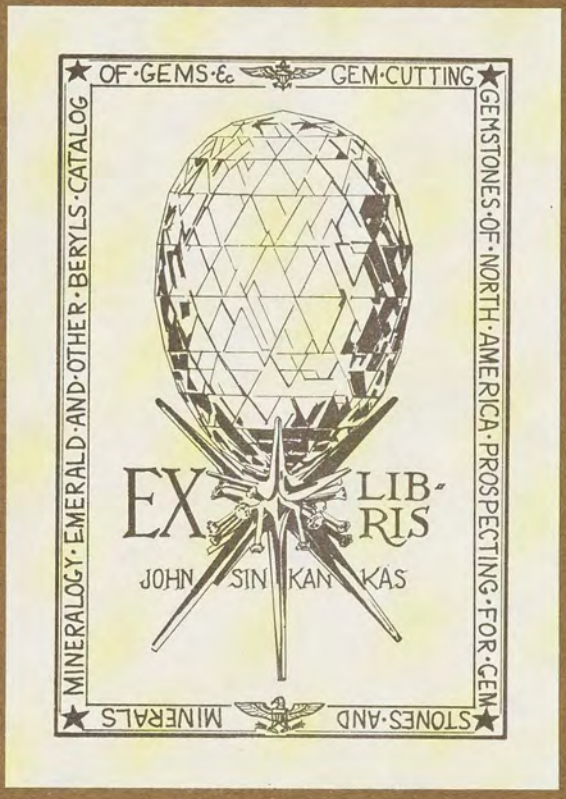
Reinisch

Petrographisches Praktikum I

Sammlung naturwissenschaftlicher Praktika Band 2


OF·GEMS·&c
GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND
MINERALS
MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
EX
LIB-
RIS
JOHN
SIN
KAN
KAS

C. E. Tilley

PETROGRAPHISCHES PRAKTIKUM

ERSTER TEIL

35L
RTL012480

SAMMLUNG NATURWISSENSCHAFTLICHER PRAKTIKA. BAND II

PETROGRAPHISCHES PRAKTIKUM

VON

DR. REINHOLD REINISCH

ERSTER TEIL:

GESTEINBILDENDE MINERALIEN

MIT 96 TEXTFIGUREN UND 5 TABELLEN IM ANHANGE

DRITTE ERWEITERTE AUFLAGE

BERLIN
VERLAG VON GEBRÜDER BORNTRAEGER
W35 SCHÖNEBERGER UFER 12a
1914

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. S.

VORWORT ZUR DRITTEN AUFLAGE

Neu aufgenommen ist eine Anzahl Mineralien, darunter die verbreitetsten Gemengteile der Salzgesteine; auch die Figuren wurden durch neu gezeichnete oder aus dem zweiten Teile dieses „Praktikums“ übernommene vermehrt; und überdies weist fast jede Seite kleinere Änderungen auf. Keine Umgestaltung erfuhr die Gesamtanlage des Buches. Namentlich unterblieb die Ausscheidung aller Abschnitte allgemeinen Inhalts (z. B. über Ermittelung von Brechungsexponenten, Doppelbrechung, optischem Charakter, die Ausführung von Mikroreaktionen u. dgl.) und ihre Zusammenfassung in eine Art Vorschule zum „Praktikum“, ebenso die Zerlegung des Stoffes in einzelne Arbeitspensa mit Stellung von Aufgaben. Andere dringende Arbeit verhinderte für diesmal so tiefgehende Eingriffe.

Leipzig-Mockau, im Februar 1914

R. Reinisch

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

Einleitendes 1
Herstellung der Dünnschliffe 1. Das Mikroskop 3.
Opake und schwer durchsichtige Mineralien 5
Magneteisen 5. Titaneisen 7. Pyrit 10. Magnetkies 10. Graphit 11. Spinelle 11.
Durchsichtige Mineralien 13
Amorphe Mineralien: Opal 13
Reguläre Mineralien 13
Granatgruppe 13. Haüyngruppe 19. Leucit 23. Perowskit 25. Analcim 25. Flußspat 26. Steinsalz 26. Sylvin 26.
Tetragonale Mineralien 27
Zirkon 28. Rutil 30. Melilith 31. Skapolith 32. Anatas 33. Zinnstein 34. Vesuvian 34.
Hexagonale Mineralien 35
Quarz 35. Tridymit 39. Chalcedon 39. Calcit 40. Dolomit 41. Nephelin (und Eläolith) 42. Cancrinit 44. Apatit 44. Turmalin 45. Eisenglanz 47. Korund 47.
Rhombische Mineralien 47
Olivin 48. Andalusit (und Chiastolith) 53. Sillimanit 55. Cordierit 56. Zoisit 58. Staurolith 60. Topas 61. Natrolith 61. Thomsonit 62. Brookit 62. Anhydrit 63. Carnallit 63. Rhombische Pyroxene 63. Rhombische Amphibole 68.
Monokline Mineralien 68
Pyroxene 69. Wollastonit 79. Amphibole 80. Glimmer 88. Talk 96. Chlorite 96. Glaukonit 99. Chloritoid 99. Epidot und Klinozoisit 100. Piemontit 103. Orthit 103. Titanit 103. Gips 106. Kainit 106. Kieserit 106. Orthoklas und Sanidin 107.
Trikline Mineralien 113
Mikroklin 114. Anorthoklas 116. Plagioklase 116. Cyanit 122. Änigmatit (Cossyrit) mit Rhönit 123. Polyhalit 124.
Anhang 125
Schwere Lösungen 125. Elektromagnetische Reihe 127.
Register 128

HERSTELLUNG DER DÜNNSCHLIFFE

Bei der wissenschaftlichen Untersuchung eines Gesteins handelt es sich um Feststellungen geologischer Art (Lagerungs- und Verbandsverhältnisse, Absonderung, Alter u. dgl.), um Ermittelungen chemischen Charakters (Zusammensetzung des ganzen Gesteins oder einzelner Gemengteile) und um Arbeiten vorwiegend mineralogischer Natur (z. B. Bestimmung der Gemengteile und ihrer Eigentümlichkeiten sowie der Struktur des Gesteins). Die letztgenannten Vornahmen erfolgen teils mit bloßem Auge (event. mit der Lupe), teils mit dem Mikroskope; für die mikroskopische Untersuchung werden von einem Gestein (oder Mineral) Dünnschliffe hergestellt. Nur ganz ausnahmsweise und für bestimmte Zwecke verwendet man Gesteinspulver.

Die Anfertigung eines Dünnschliffs beginnt 1. mit dem Anschleifen. An einem sprungfreien, abgeschlagenen oder mit der Steinschneidemaschine abgesägten Gesteinsscherbchen von etwa 2 cm Durchmesser wird auf einer ebenen Gußeisenplatte (Ofenplatte) von 35—40 cm Seitenlänge mittels Karborund und Wasser eine Seite angeschliffen, daß eine ebene Fläche entsteht, die sich möglichst allseitig bis an den Rand erstreckt, und diese Anschlifffläche nach gutem Abwaschen des Stückes auf einer durchaus ebenen Glastafel (am besten starkes Spiegelglas) mit ganz feinem sog Schlamm- oder Mehlsmirgel und Wasser völlig geglättet.

Es folgt 2. das Aufkitten des gut gereinigten und getrockneten Stückes auf das sog. Schleifglas (etwa 48 mm lang, 28 mm breit und 2—2,5 mm dick) mittels Kanadabalsams. Zweckmäßig vollzieht man diese Operation gleich an mehreren Schleifstücken, indem man die nötige Balsammenge — einen mäßigen Tropfen für jeden Schliff — in einem Weißblechlöffel unter Umrühren mit einem Glasstabe so lange kocht, bis unter dickem Rauche größere Blasen zahlreich vom Boden des Löffels aufsteigen. Ein Anbrennen des Harzes ist wegen der damit verbundenen Verunreinigung durch

Ruß zu verhüten; auch darf der Balsam nicht bis zum Braunwerden kochen. Jedes der vorher geputzten Schleifgläser wird nun mit einem genügenden Tropfen gekochten Balsams versehen, das erste dann so weit erwärmt, daß der Tropfen auf ihm wieder dünnflüssig wird und breitgestrichen werden kann, aber nicht ins Kochen gerät, dann das gleichfalls erwärmte Schleifstück mit der glatten Fläche daraufgedrückt und durch wiederholtes Erwärmen und Andrücken die Luftblasen zwischen Glas und Gestein entfernt. Nach dem völligen Erkalten soll der Balsam keine Eindrücke oder Sprünge vom Fingernagel annehmen, im ersteren Falle war er zu wenig, im letzteren zu viel gekocht.

Dann beginnt 3. das Dünnschleifen, zuerst wieder auf der Eisenplatte, solange es ohne Gefahr des Zerreißens für den Schliff geschehen kann, dann auf der Glasplatte, bis im Mikroskope unter gekreuzten Nicols der Quarz hellstrohgelb (nicht mehr rot und blau), der Feldspat grau erscheint.

Endlich folgt 4. das Übertragen. Von den im Wasser abgespülten Präparaten wird der überschüssige Balsam ringsherum sorgfältig mit einem Messer abgekratzt, eine Anzahl Objektträger 26 × 48 mm (Gießener oder Vereinsformat) geputzt zur Aufnahme der Schliffe bereitgelegt und ebenso wie die Präparate mit je einem mäßigen Tropfen gekochten Kanadabalsams versehen. Man erwärmt dann das erste Objektglas, breitet den Tropfen aus, verfährt ebenso mit dem ersten Schleifglase und schiebt mittels eines Hölzchens den beweglich gewordenen Dünnschliff vom Schleifglase auf den Objektträger hinüber. Bei dem nun folgenden Anwärmen (nicht Kochen!) sinkt der Schliff im Balsam ein und wird mit einem sauberen etwas erwärmten Deckgläschen (21 × 26 mm) bedeckt, welches man in der Mitte leicht andrückt. Ebenso verfährt man mit den übrigen Schliffen. Luftblasen lassen sich samt dem überschüssigen Balsam durch Bestreichen des Deckgläschens mit einem breitgeschnittenen Hölzchen unter öfterem Erwärmen herausdrücken. Von dem völlig erkalteten Präparate kratzt man den über den Deckglasrand hervorgequollenen Balsam ab (stets vom Deckglase herunter, nicht gegen dieses!), entfernt den letzten Rest des Balsams durch ein in Alkohol getauchtes Schwämmchen und spült rasch mit Wasser nach. Mit dem Etikettieren ist die Präparation beendet.

Übrigens aber tut man gut, sich die ganze Operation einmal von einem Geübten zeigen zu lassen, weil eine schriftliche Anleitung — wie bei allen Fertigkeiten — nicht die zahlreichen

kleinen Kunstgriffe und Vorteile wiedergeben kann, von denen das Gelingen der Arbeit zum guten Teile abhängt.

Manche Gesteine erfordern etwas abweichende Präparationsmethoden. Bröckelige oder stark blasige Felsarten z. B. schleift man (event. nach vorherigem Kochen in Kanadabalsam) gleich auf dem Objektträger, nicht erst auf dem Schleifglase, ebenso Salzgesteine (diese auf Smirgelpapier von verschiedenem, zuletzt ganz feinem Korn) und deckt sie kalt mit einer Lösung von Kanadabalsam in Toluol ein.

Wenn auch seit langem Dünnschliffe gewerbemäßig hergestellt werden (besonders von Voigt & Hochgesang in Göttingen) und fertige Dünnschliffsammlungen zu Studienzwecken käuflich sind (z. B. bei Krantz in Bonn), und wenn auch die Selbstanfertigung der Präparate ein gut Teil Geschicklichkeit, Übung und Zeitaufwand beansprucht, so ist doch dringend anzuraten, sich selbst soviel nur möglich dieser Mühe zu unterziehen, wenn man sich nicht eine ganze Reihe willkommener Beobachtungen über Härte, Pelluzidität, Pleochroismus, der in dickeren Präparaten mitunter sehr deutlich, im fertigen Präparate aber kaum oder nicht wahrnehmbar ist, u. a. m. entgehen lassen will.

DAS MIKROSKOP

Die allgemeine Einrichtung eines Mikroskopes, der Strahlengang und die Bilderzeugung wird als bekannt vorausgesetzt oder mag in einem Lehrbuche der Physik nachgesehen werden. Die für petrographische Zwecke bestimmten Instrumente besitzen außer dem allen größeren Stativen gemeinsamen Fuße (Fig. 1, *F*), der Säule, der Triebschraube (*Tr*) zur raschen, der Mikrometerschraube (*M*) zur langsamen Bewegung des Tubus (*Tu*) und zu Dickenmessungen, dem Okular (*Oc*), dem Objektiv (*Ob*) und dem Spiegel (*Sp*), einen drehbaren Objekttisch (*Ti*) mit Gradeinteilung, 2 Zentrierschrauben (*C*), die entweder am Tische oder am unteren Tubusende angebracht sind, 2 Nicolsche Prismen (kurz „Nicols“ genannt), das eine, der Polarisator (*P*), unter dem Tische, das andere, der Analysator (*A*), über dem Tische zum Einschieben in den Tubus eingerichtet. Außerdem ist das Okular mit Fadenkreuz versehen, welches die Lage der Nicolhauptschnitte angibt und zu Winkelmessungen dient. — Nebenapparate sollen im folgenden dort erwähnt werden, wo sie ihre erste Anwendung finden.

Zu eingehenderem Studium s. Weinschenk: Anleitung zum Gebrauch des Polarisationsmikroskops, Freiburg i. Br., und Rinne: Element. Anleitung zu kristallogr.-opt. Untersuchungen. Leipzig.

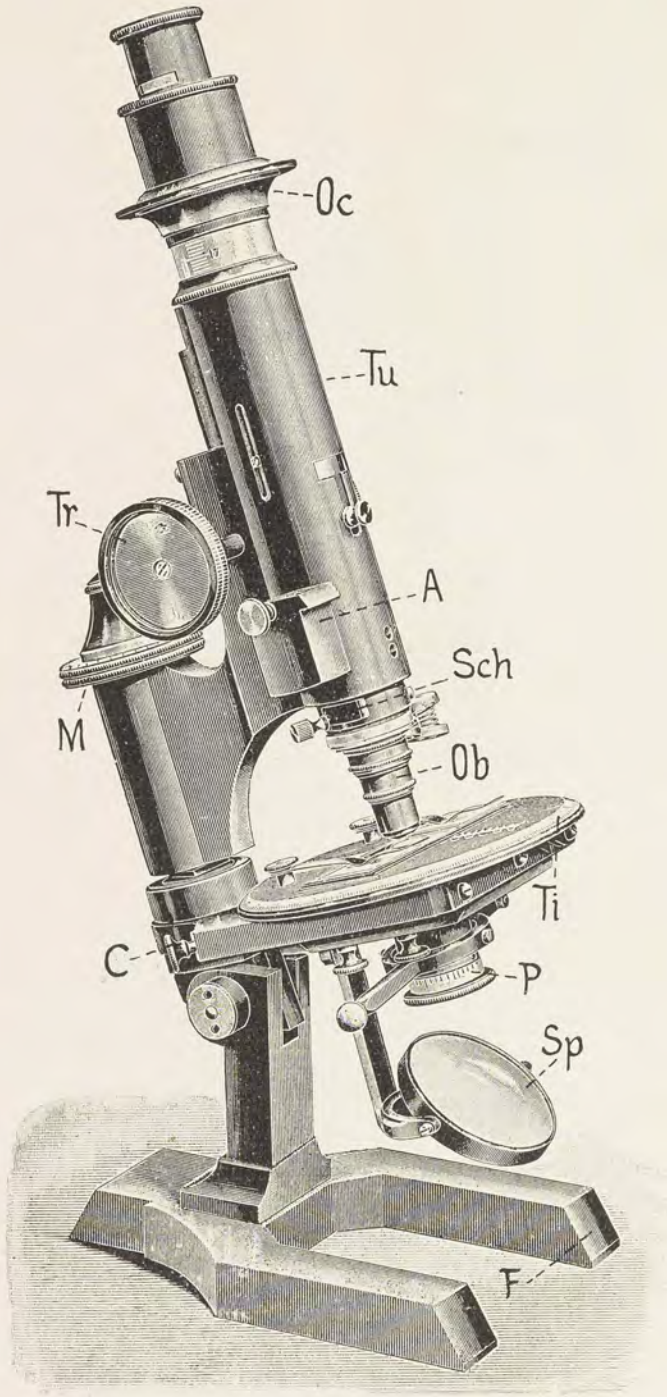


Fig. 1

OPAKE UND SCHWERDURCHSICHTIGE MINERALIEN

MAGNETEISEN (MAGNETIT)

Form: Hauptsächlich (111), oft verzerrt, wie z. B. große Kristalle in alpinem Chloritschiefer oder kleine in manchem Phyllit und Thuringitschiefer. Im Dünnschliffe erscheinen nur die kleinsten Kriställchen als rundum von Kristallflächen begrenzte Körper, die größeren als Schnitte nach verschiedenen Richtungen, überwiegend als Vierecke, selten als Drei- oder Sechsecke. Zwillinge nach (111) zeigen einspringende Winkel, Körner ganz unregelmäßige Umrisse (Fig. 2).

Zum mikroskopischen Studium des Magneteisens nehmen wir den Dünnschliff eines Basalts, bringen am Mikroskope ein schwaches Objektiv an, setzen ein schwaches Okular auf, schieben den Analysator heraus, sorgen durch geeignete Spiegelstellung für ein helles Gesichtsfeld und bringen das Präparat auf den Objekttisch. Es empfiehlt sich für den Anfang, nun den Tubus so weit zu senken,

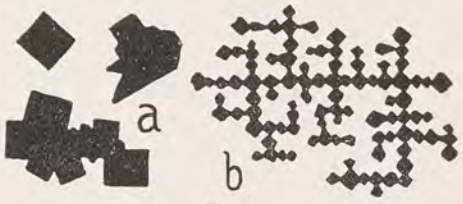


Fig. 2

daß die Frontlinse des Objektivs das Präparat beinahe berührt, und ihn dann, während man durch das Okular blickt, langsam aufzuziehen, bis das Bild des Schliffes erscheint. Bei umgekehrter Verschiebung des Tubus von oben nach unten läuft man leicht Gefahr, das Präparat durch Aufstoßen zu beschädigen. Die scharfe Einstellung des Bildes wird mittels der Mikrometerschraube bewerkstelligt. Von Anfang an gewöhne man sich, während des Mikroskopierens beide Augen offen zu halten; die sich hierbei ergebenden Schwierigkeiten sind nach wenigen Minuten überwunden.

Hätten wir z. B. einen Plagioklasbasalt gewählt, so würden wir das Gesichtsfeld mit schwarzen Magneteisendurchschnitten übersät erblicken, die absolut undurchsichtig sind. Die durchsichtigen, lichtbräunlichgelben größeren und kleineren Durchschnitte gehören dem Augit an, die farblosen, gern von grünen oder bräunlichen Serpentinrändern umgebenen und von ebensolchen Adern durchzogenen dem Olivin, die kleinen farblosen Partien in der Grundmasse dem Plagioklas. Man bemerkt bei der Durchmusterung des Präparates, indem man es langsam über den Objekttisch schiebt, daß

zwar viele Magneteisenpartikel unregelmäßige Körnerform zeigen (sie sind xenomorph oder allotriomorph), daß aber eine ganze Anzahl die regelmäßigen Durchschnitte des Oktaëders einzeln oder in Aggregaten aufweist (automorph oder idiomorph). Man zeichne eine Serie charakteristischer Schnitte heraus. Weiter bemerkt man, daß bisweilen in den Augitkristallen Magneteisen eingeschlossen liegt, bald in unregelmäßiger Verteilung, häufiger auf die Randzone beschränkt; auch ragen wohl größere Magnetitkristalle teilweise in die Augite hinein. Auch solche Bilder zeichne man, wie überhaupt das Mikroskopieren mit dem Zeichenstifte in der Hand erfolgen soll. — Das Auftreten des Magneteisens in wohlausgebildeten Kristallen, sein Umschlossensein von anderen Mineralien und sein Hineinragen in sie deutet darauf hin, daß es mit zuerst, vor den übrigen Gesteinsgemengteilen festgeworden ist. Äußerst selten nur enthält es seinerseits Mineralien eingeschlossen und dann solche, die gleich ihm zu den frühesten Ausscheidungen gehören, wie z. B. wasserhelle Apatitnädelchen.

Ganz ähnliche Bilder zeigen auch andere Basalte, deren man noch einige durchsehen möge. Bei sehr rascher Festwerdung in glasreichen Gesteinen und in künstlichen Schlacken bildet das Magneteisen bisweilen Kristallskelette, nach den drei Achsen zu oftmals farnwedelähnlichen, zierlichen Gebilden aneinandergereihte Oktaëderchen (Fig. 2, *b*).

Die eisengraue bis bläulichschwarze Farbe und den Metallglanz beobachtet man (indem man mit der Hand den Spiegel verdunkelt, um nur auffallendes Licht zu erhalten) im Präparate nur an den größeren Individuen einigermaßen, sehr gut aber im ungedeckten Schliffe auf dem Schleifglase.

Chemisches: Fe_3O_4 oder $FeFe_2O_4$ mit 31,03 Fe_2O_3 und 68,97 FeO; oft titanhaltig. In HCl leicht löslich, wovon man sich überzeugt, wenn man ein Stück feingepulverten Basalts kurze Zeit in der Säure kocht und dann das ursprüngliche und das ausgekochte Pulver unter dem Mikroskope vergleicht, indem man von jedem eine Portion auf einem Objektträger in Wasser einbettet und mit einem Deckgläschen versieht. In dem zweiten Präparate sind die schwarzen Körner, soweit sie der Säure zugänglich (nicht in Augit eingeschlossen) waren, verschwunden. Die salzsaure Lösung gibt die Reaktionen des Eisenoxyduls und -oxyds. Bei dem Auflösen von Magnetit treten bisweilen eingewachsene Mineralien, wie Pyrit, Titaneisen, Chromit, Rutil u. a. hervor.

Umwandlung in Eisenhydroxyd (Brauneisen) ist an der rostbraunen Farbe im auffallenden Lichte und an braunen Höfen um die Partikel kenntlich und findet sich z. B. in verwitterten Basalten.

Isolierung aus dem Gesteinspulver gelingt mit einem gewöhnlichen Hufeisenmagneten, wobei man zweckmäßig das Pulver in dünner Schicht über schwaches, glattes Papier streut und unter demselben den Magnetstab streichend bewegt (Basalt; manche Thuringitschiefer.)

Spez. Gew.: 4,9—5,2; fällt also in den gebräuchlichen schweren Lösungen. — *Härte:* 5,5—6,5. — Strich schwarz.

Unterscheidung von anderen Eisenerzen (und Graphit) s. Tabelle am Schlusse des Buches.

TITANEISEN (ILMENIT)

Form: Hexagonal, eigentlich rhomboëdrisch-tetartoëdrisch, scheinbar meist rhomboëdrisch-hemiëdrisch ausgebildet in flachen Täfelchen mit $(0001)\cdot(10\bar{1}0)\cdot(01\bar{1}2)$ (Fig. 3), wie man an den Kristallen vom St. Gotthard und von Elba sieht. — Über Schalenbau siehe unten (Verwitterung).

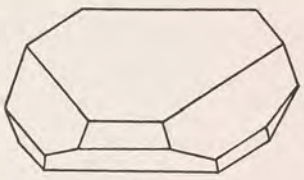


Fig. 3

Es tritt selten als Titaneisenglimmer in dünnen Blättchen auf, die als sechsseitige Täfelchen oder strichartige Leistchen erscheinen, je nachdem sie auf der Basis liegen oder auf die hohe Kante gestellt sind (Fig. 5, *a*). Bei großer Dünne werden sie tief nelkenbraun durchscheinend. Blendet man den Spiegel ab und dreht das Präparat, so zeigen sie meist intensiven Metallglanz mit einem Stich ins Violette.

Damit das Objekt während des Drehens nicht aus dem Gesichtsfelde verschwindet, muß der Objekttisch zentriert sein, d. h. seine Drehungsachse muß mit der Tubusachse zusammenfallen. Man erreicht dies mittels zweier Zentrierschrauben, die gewöhnlich am Tisch angebracht sind, dadurch, daß man den Tisch so weit dreht, bis das vorher im Fadenkreuz befindliche Eisenerzblättchen seine größte Abweichung in dem einen Quadranten erlangt, und es dann durch die betreffende Schraube bis auf die Hälfte seiner Entfernung vom Fadenkreuz hereinzieht. Nun bringt man es mit der Hand wieder ins Fadenkreuz, verfährt ebenso in dem anderen Quadranten und wiederholt die Operation genügend oft.

Nelkenbraun durchsichtige Titaneisenblättchen sind u. a. in manchen Basalten gefunden worden, dürfen aber hier nicht mit dem ähnlichen, jedoch pleochroitischen Rhönit verwechselt werden. Auch die braunen, winzigen Täfelchen in manchem Hypersthen

und Diallag gehören wohl hierher, ebenso besteht der braune Staub, welcher gern die Plagioklase im Gabbro erfüllt, wahrscheinlich aus Titaneisen.

Dickere Individuen von Titaneisen sind opak und schwarz wie Magnetit, wie z. B. in manchen Amphiboliten und Amphibolschiefern. Recht charakteristisch sind die sogen. „zerhackten Formen“ des Titaneisens, wie sie fast jeder mittelkörnige Diabas und Gabbro zeigt. Im Proterobas von Heiliggrab bei Hof (Fichtelgebirge) z. B. sieht man im Dünnschliffe neben rötlichbraunem Augit, farblosem Plagioklas, licht- oder rotbraunen Biotitlamellen und grünen Zersetzungsprodukten des Augites schwarze Titaneisenformen von der in Fig. 4 und 5 *b* skizzierten Gestalt, ebenso im Norit des Raddautales (Harz). Die eisengraue Farbe und der ganz magnetitähnliche Glanz ist im Schliffe nur bei gutem Lichte, vorzüglich im ungedeckten Präparate wahrzunehmen.

Fig. 4. Titaneisen in Diabas. Vergr. 15

Chemisches: Zusammensetzung $FeTiO_3$ mit 46,65 FeO und 53,35 TiO_2, oft Fe_2O_3 isomorph zugemischt, häufig mit MgO, auch

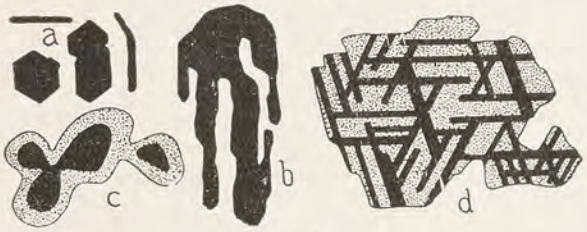


Fig. 5

mit MnO. Phosphorsalzperle im Reduktionsfeuer bräunlichrot bis blutrot. In HCl und HNO_3 sehr schwer löslich unter Ausscheidung von TiO_2. Die HCl-Lösung wird mit Sn gekocht violett. Titaneisen in H_2SO_4 gekocht gibt Blaufärbung, aber keine Lösung von TiO_2. Aufschließbar durch Schmelzen mit $KHSO_4$; aus der stark verdünnten Lösung fällt TiO_2 bei längerem Kochen. — Diese Re-

aktionen kann man entweder an Titaneisensand prüfen oder zu diesem Zwecke Titaneisen aus einem gepulverten Diabas separieren.

Die *Isolierung* erfolgt leicht durch einen Elektromagneten, über dessen messerschneideartig zugeschärfte Pole man das Gesteinspulver entweder trocken oder besser in Wasser suspendiert durch einen Trichter hinlaufen läßt. Ein starker elektrischer Strom ist nicht erforderlich, die Operation aber einigemale zu wiederholen. Näheres über das Arbeiten mit dem Elektromagneten s. N. Jahrb. f. Min. 1884, II, 182. — Vom Hufeisenmagneten wird reines, nicht mit Magnetit verwachsenes Titaneisen nicht angezogen.

Bei Verwitterung setzt sich Titaneisen randlich oder ganz in eine lichtgraue, feinkörnige, selten faserige Substanz um, in Leukoxen oder Titanomorphit. Sie hat sich meist als Titanit erwiesen; vereinzelt wurden Anatas und Perowskit von ganz ähnlichem Aussehen als Umwandlungsprodukt beobachtet. Sekundär sind wohl meist auch die Titanitsäume um Titaneisenkörner (Fig. 5*c*), wie man sie in Amphiboliten bisweilen findet; aus phyllitischen Schiefern ist eine Umwandlung in Rutil bekannt. — Häufig tritt bei der Verwitterung ein lamellarer Schalenbau nach $(10\bar{1}0)$ dadurch hervor, daß sich das eine sehr wenig angegriffene Lamellensystem als Strichnetz mit 60°-Winkeln scharf von dem grau zersetzten anderen abhebt (Fig. 5*d*). Fast jeder unfrische Diabas zeigt diese Erscheinung.

Um unter dem Mikroskope Winkel zu messen, bringt man bei genau zentriertem Objekttische den Scheitel des betreffenden Winkels in den Durchschnittspunkt des Fadenkreuzes, einen Winkelschenkel mit einem Fadenkreuzarme zur Deckung und liest die Tischstellung am Nonius ab; nun dreht man den anderen Schenkel in denselben Fadenkreuzarm hinein und liest wieder ab. Die Differenz beider Ablesungen ergibt direkt den Winkelwert. Zur Kontrolle mag man, von der Anfangsstellung ausgehend, den zweiten Schenkel mit dem anderen, ihm benachbarten Fadenkreuzarme zur Deckung bringen. Die so gefundene Zahl muß sich mit dem zuerst ermittelten Werte bei spitzen Winkeln zu 90°, bei stumpfen zu 180° ergänzen.

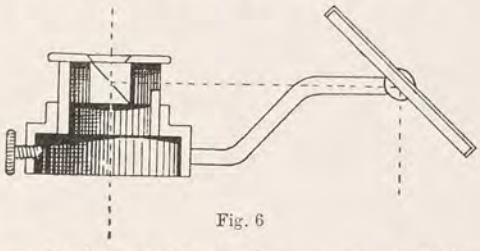


Fig. 6

Handelt es sich wie hier bei der Zeichnung eines mikroskopischen Objektes um größere Genauigkeit namentlich der Winkelwerte, so bedient man sich eines Zeichenapparates, am besten des Abbeschen Zeichenspiegels (Fig. 6). Zwischen zwei zu einem Würfel zusammengefügten Glasprismen befindet sich eine Silberschicht mit kleinem zentralem Loche. Durch letzteres erblickt man das mikro-

skopische Bild, während durch den unter 45° geneigten Spiegel und nochmalige Reflexion an der Silberschicht gleichzeitig das Bild des Zeichenstiftes auf einem dicht neben dem Mikroskope (am besten in der Höhe des Tisches) befindlichen Blatte Papier ins Auge gelangt. Man zieht nun, gleichsam im Gesichtsfelde selbst zeichnend, die Konturen des betreffenden Objektes nach. Zu achten ist dabei darauf, daß Gesichtsfeld und Zeichenfläche ungefähr gleich hell sind; diese Regulierung wird entweder durch Spiegelstellung oder mittels der beigegebenen Rauchgläser bewirkt, die man in einen Träger neben den Glasprismen einsetzt.

Beim Gebrauche des Nachetschen Zeichenprismas ist eine unter bestimmtem Winkel geneigte Zeichenfläche erforderlich.

Spez. Gew.: 4,56—5,21. *H.:* 5—6. Strich schwarz, selten braun.

Unterscheidung von anderen Eisenerzen und Graphit s. Tabelle. Ilmenit ist in frischen Körnern unter dem Mikroskope von Magnetit nicht zu trennen, zumal im *Titanmagneteisen* Übergänge zwischen beiden existieren. Hierher gehören z. B. die als Trappeisenerz oder schlackiges Magneteisen bezeichneten Körner von glasflußartigem Aussehen und muscheligem Bruch, die sich zuweilen in Basalten, z. B. in dem von Unkel a. Rhein, finden.

PYRIT (EISENKIES)

Form: Regulär, pentagondodekaëdrisch-hemiëdrisch; (100) und π (210), meist Körner. Im Dünnschliffe (z. B. in fast jedem etwas zersetzten Diabas) unter dem Mikroskop leicht kenntlich an der charakteristischen speisgelben Farbe und dem Metallglanz, besonders bei Abblenden des Spiegels.

Chemisches: Zusammensetzung FeS_2 mit 46,62 Fe und 53,38 S. Von HCl fast gar nicht angegriffen, von HNO_3 ziemlich leicht unter Abscheidung von S zersetzt.

Umwandlung erfolgt in Eisenhydroxyd, u. d. M. im auffallenden Lichte rostbraun, bisweilen noch mit frischem Pyritkern.

Spez. Gew.: 4,9—5,2. *H.:* 6—6,5. Strich bräunlichschwarz.

Vom Hufeisenmagneten nicht, vom Elektromagneten erst bei starkem Strome angezogen (s. Anhang 2).

MAGNETKIES (PYRRHOTIN)

Hexagonal, fast nur in Körnern. Im auffallenden Lichte tombakbraun und metallglänzend, was man zuvor an dem Magnetkies aus dem Cordieritgneis von Bodenmais nachsehe, um den Unterschied vom Pyrit festzustellen. — Von einem starken Hufeisenmagneten angezogen. — Chemische Zusammensetzung: Fe_nS_{n+1} meist Fe_7S_8 oder $Fe_{11}S_{12}$ mit 61,56 Fe und 38,44 S im letzteren Falle; hält bisweilen etwas Ni. Von HCl unschwer gelöst unter Abscheidung von S und H_2S. Letzteren weist man in geringen Mengen dadurch nach, daß man die Körnchen oder die von Balsam befreite Schliffstelle mit der Säure und einem Deckgläschen versieht und den Säuretropfen auf ein mit Bleiazetat getränktes Streifchen Filterpapier wirken läßt (Braunfärbung).

Spez. Gew.: 4,54—4,64. *H.:* 3,5—4,5.

Tritt hin und wieder in Gabbro, Norit, Basalt auf; am besten in dem Gestein von Bodenmais zu studieren.

GRAPHIT

Form und Farbe: Hexagonal-rhomboëdrisch; schwarze, völlig undurchsichtige, sechsseitige oder rundliche Schüppchen, so z. B. im körnigen Kalkstein von Pfaffenreuth neben farblosem Calcit; im Graphitquarzit des Röhrsdorfer Tales bei Kreischa (Sachsen) neben wasserhellem Quarz. Im auffallenden Lichte lebhafter Metallglanz.

Chemisches: Zusammensetzung C; unlöslich in Säuren; v. d. L. sehr schwierig zu verbrennen, ebenso in dem vom Objektträger losgelösten und beiderseits von Balsam befreiten Schliffe vor dem Gebläse.

Spez. Gew.: 1,9—2,3. *H.:* 0,5—1.

Isolierung aus dem Pfaffenreuther Marmor durch HCl, aus Silikatgesteinen durch HF oder das spez. Gew.

Über die Unterscheidung von Graphit und Graphitit, deren ersterer sich nach dem Anfeuchten mit konzentrierter roter rauchender Salpetersäure beim Glühen selbst mikroskopischer Partikel moosartig aufbläht, vgl. W. Luzi in Ber. d. chem. Ges. XXIV. 1891. 4085 und XXV. 1892. 214. 1379.

Kohlige Substanz findet sich als schwarzer Staub oder als Flocken in allen Alaunschiefern, Kieselschiefern und schwarzen Kalksteinen und ist im Gegensatz zum Graphit schon über dem Bunsenbrenner unschwer verbrennbar.

SPINELLGRUPPE

Reguläre Mineralien von großer Härte (Chromit ausgenommen) und hoher Lichtbrechung; die am weitesten verbreiteten, dunkelgefärbten Arten sind nur in dünnen Schichten lichtdurchlässig, alle so gut wie unangreifbar von Säuren, chemisch nach der Formel $\overset{II}{R}\overset{III}{R_2}O_4$ gebaut, wobei $\overset{II}{R}$ besonders Mg und Fe, $\overset{III}{R}$ = Al, Fe, Cr. Am häufigsten kommen vor

Hercynit, $FeAl_2O_4$ } vorwiegend grün,
Pleonast, $(MgFe)(Al_2F_2)O_4$ }

Picotit, $(MgFe)(Fe_2Al_2Cr_2)O_4$ } meist braun durchscheinend.
Chromit, $FeCr_2O_4$ }

HERCYNIT

Form und optisches Verhalten: Manche der hellen granatführenden Granulite von Großhartmannsdorf bei Chemnitz zeigen im Präparate schon dem bloßen Auge dunkle Flecke und Striemen von Hercynit. U. d. M. erblickt man ein Haufwerk dunkler Körner, kaum jemals regelmäßige Oktaëderschnitte. Die kleineren Partikel sind durchaus, die größeren an den Rändern tief graugrün. Dunkle Umrandung und runzelige, rauhe Oberfläche verweisen auf hohen Brechungsquotienten: $n_{Na} = 1{,}72$ im Mittel. Seine Ermittelung s. unter Almandin.

Chemisches: $FeAl_2O_4$ mit 61,2 Al_2O_3. Von Säuren (auch von HF) unangreifbar; nicht durch Alkalikarbonat, aber durch Schmelzen mit $KHSO_4$ aufschließbar. Verwitterung nicht beobachtet.

Isolierung durch Behandlung des nicht allzufeinen Gesteinspulvers mit HF oder durch Schmelzen mit Alkalikarbonat und Auslaugen der Schmelze mit angesäuertem Wasser.

Spez. Gewicht: 3,91—3,95. *H.:* 7,5, die man am Mineralpulver dadurch prüft, daß man es in die Endfläche eines Bleistempels von 2—3 mm Durchmesser oder in erweichten Siegellack eindrückt und so die Ritzversuche vornimmt.

Unterscheidung von Magnetit durch Farbe und Unlöslichkeit in HCl; von Pleonast s. diesen.

PLEONAST

Form und optisches Verhalten: Dunkelgrün durchscheinende, im auffallenden Lichte nicht metallglänzende Oktaëderschnitte und Körner, auch schlauchförmige Gestalten in Kontaktgesteinen, z. B. den Einschlüssen im Diorit von Klausen und in manchen Eifeler Andesiten, den teilweise eingeschmolzenen Granit- und Sandsteineinschlüssen in Basalten, manchen Kalksteinauswürflingen der Somma; ebenso öfter in cordierit- und granatführenden Gneisgesteinen, z. B. manchen cordierithaltigen Pyroxen-Biotitgneisen von Bodenmais.

Chemisches: $(MgFe)(Al_2Fe_2)O_4$. Verhalten gegen Säuren und Aufschlußmittel wie Hercynit; doch werden feinste Splitter von HF gelöst, bei tagelanger Einwirkung selbst kleine Körnchen.

Isolierung durch Schmelzen des Gesteinspulvers mit Alkalikarbonat und Auslaugen der Schmelze; die weitere Sonderung von etwa mit übrig bleibendem Andalusit, Korund usw. durch das spez. Gew. oder durch den Elektromagneten.

Spez. Gew.: 3,8—4,0. *H.:* 7,5.

Unterscheidung von Magnetit durch Farbe und Unlöslichkeit in HCl; von Hercynit nur auf chemischem Wege durch Nachweis des Mg.

PICOTIT

Form und optisches Verhalten: Winzige Oktaëderchen in den wasserhellen, oft von grünen oder bräunlichen Serpentinadern durchzogenen Olivinschnitten vieler Basalte (z. B. im Plagioklasbasalt von Stolpen, Nephelinbasalt vom Löbauer Berge), bei schwacher Vergrößerung ganz magnetitähnlich, bei stärkerer (× 200) rötlich- oder olivenbraun durchscheinend und dunkel umrandet (hoher Brechungsexponent wie Hercynit). Im Lherzolith vom Weiher Lherz als größere Körner, im Dünnschliffe braun bis dunkelgelb.

Chemisches: $(MgFe)(Fe_2Cr_2Al_2)O_4$. Säuren ohne Wirkung. Über Aufschließung und Nachweis des Cr siehe Chromit.

Spez. Gew.: 4,08. *H.:* 8.

Unterscheidung von Magnetit durch Farbe und Unlöslichkeit in HCl. Von Chromit s. diesen.

CHROMIT

Form und optisches Verhalten: Kaum je Kristalle (111); nur Körner und körnige Aggregate, mit Vorliebe in Mg-reichen Gesteinen; so im Serpentin z. B. von Kraubat (Steiermark), Hrubschütz (Mähren), Silberberg (Schlesien) u. a. Im

Schliffe tief braunrot durchscheinend. Sehr stark lichtbrechend; n = 2,096; daher runzelige Oberfläche und dunkle Umrandung.

Chemisches: Rein $FeCr_2O_4$, doch meist mit Gehalt an Mg und Al. Säuren fast ohne Wirkung. Gibt wie Picotit in der Borax- und Phosphorsalzperle nach dem Erkalten die smaragdgrüne Farbe des Cr. Aufschließbar durch Schmelzen mit $KHSO_4$, sicherer durch nochmaliges Schmelzen des so erhaltenen Schmelzkuchens mit Natron-Kalikarbonat.

Spez. Gew.: 4,5—4,8. *H.:* 5,5, weit geringer als die übrigen Spinelle.

Unterscheidung von Magnetit durch Farbe und Unlöslichkeit in verdünnter HCl; von Picotit, mit welchem er durch Zwischenglieder verbunden ist, besonders durch die geringere Härte (deren Prüfung siehe Hercynit). Von Melanit und Orthit sie diese.

DURCHSICHTIGE MINERALIEN

OPAL

Amorph. Meist verschieden gefärbt, auch mit prächtigem Farbenspiel (Edelopal). Im Dünnschliffe wasserhelle, seltener etwas trübe Nester und Adern oder Überzüge auf Hohlraumwänden in zersetzten Trachyten, Andesiten und deren Tuffen (Ungarn, Mexiko), weniger oft in Plagioklasbasalten; in allen diesen Gesteinen verdrängt er auch bisweilen von Spaltrissen und Sprüngen aus die Feldspate und Augite nach und nach ganz. — Die geringe Lichtbrechung (n = 1,43—1,45), welche der des Kanadabalsams etwa gleichkommt, begünstigt die Verwechslung von Opalnestern mit Löchern im Präparate. Hin und wieder bleibt Opal infolge innerer Spannungen nicht dunkel beim Drehen des Schliffes unter gekreuzten Nicols.

Chemisches: SiO_2 mit gewöhnlich 3—13 % H_2O; löslich in heißer Kalilauge.

Spez. Gew.: 1,9—2,3. *H.:* 5,5—6,5.

Auch die zierlichen Panzer der Diatomeen, die Skelette der Radiolarien, die Nadeln der Kieselschwämme und die Kieselsintermassen bestehen aus wasserhaltiger Kieselsäure.

I. REGULÄRES SYSTEM

Alle Durchschnitte bleiben im parallelen polarisierten Lichte zwischen gekreuzten Nicols bei voller Umdrehung dunkel, zeigen im konvergenten polarisierten Lichte kein Achsenbild und erweisen sich nie pleochroitisch. Wenn Spaltbarkeit vorhanden, existieren stets zwei (oder mehr) gleichwertige sich kreuzende Richtungen, nie eine einzige.

GRANATGRUPPE

Den gesteinbildenden Granaten ist gemeinsam: Einfache Kristallform, besonders (110) gern in schieferigen, (211) in massigen Gesteinen, sehr unvollkommene Spaltbarkeit, starke Lichtbrechung,

große Widerstandsfähigkeit gegen Säuren und bedeutende Härte. Ihr chemischer Bestand geht auf die Formel $\overset{II}{R}_3\overset{III}{R}_2Si_3O_{12}$ zurück, in welcher $\overset{II}{R}$ = Fe, Mg, Mn, Ca, während $\overset{III}{R}$ meist Al oder Fe, selten Cr ist.

Gesteinbildend wichtig sind

Almandin	$Fe_3Al_2Si_3O_{12}$	Melanit	$Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$
Pyrop	$Mg_3Al_2Si_3O_{12}$	Gemeiner Granat, eine Mischung der eben genannten.	
Spessartin	$Mn_3Al_2Si_3O_{12}$		
Grossular	$Ca_3Al_2Si_3O_{12}$		

ALMANDIN UND GEMEINER GRANAT

Form: (110), (211) und Kombinationen, häufig Körner. Im Eklogit (z. B. aus dem Fichtelgebirge) mit bloßem Auge im Handstücke und im Schliffe neben grünem Omphacit zu erkennen. U. d. M. Sechsecke und Vierecke, welche auf (110) verweisen (Fig. 7). Spaltrisse unregelmäßig, bisweilen eine Absonderung nach (110) angedeutet, auch wohl annähernd parallele Sprünge, die in allen Granatschnitten des Schliffes gleiche Richtung besitzen und auf Druckwirkungen zurückgeführt werden. — Beachtenswert sind die gern zentral gehäuften Einschlüsse: wasserhelle Quarzkörnchen, braungelbe Säulchen und Körnerhaufen von Rutil, sowie dunkel umrandete Hohlräume von unregelmäßig rundlicher Gestalt. Auch die Granate mancher Gneise sind einschlußreich (Fig. 8). In den makroskopisch als blutrote Punkte erscheinenden Granatkörnern mancher Granulite (z. B. von Hartmannsdorf; von der Höllmühle bei Penig nicht in allen Schnitten) zeigen diese Poren Rhombendodekaëderform („negative Kristalle") und erscheinen bei schwacher Vergrößerung (50) als winzige, scharf umrandete Vier- und Sechs-

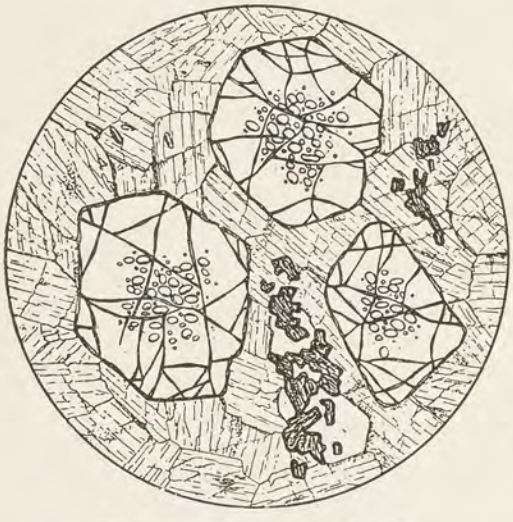


Fig. 7. Granat in Eklogit. Vergr. 20

ecke, bei stärkerer (200), besonders unter Benutzung der Mikrometerschraube, mit deutlichen Flächen. Gleiches ist in Schliffen des Pyroxengranulits von Hartmannsdorf und des Granatfelses von Greifendorf bei Roßwein zu beobachten. In ersterem Gestein findet man zuweilen dünne, grüne Pyroxenstengel radial ringsum an die Granatkörner angewachsen, welche hier als „Strukturzentren" dienen.

Fig. 8. Granat in Gneis. Vergr. 15

Optisches: Im Handstücke dunkelrot, wird der Granat im Schliffe blaßrosa bis fast farblos. Der hohe Brechungsexponent, $n_{na} = 1{,}77$ ($-1{,}80$) im Durchschnitt, bewirkt dunkle Umrandung, rauhe („chagrinierte") Oberfläche und reliefartiges Hervortreten. Die Stärke des dunklen Randes hängt übrigens nicht so sehr von der Höhe des Brechungsexponenten an und für sich ab, sondern vielmehr von dem Betrage der Differenz zwischen dem Brechungsquotienten des betreffenden Minerals und dem seiner Umgebung. Man möge daraufhin einmal einen Granatschnitt inmitten seines farblosen Feldspatmantels in einem Pyroxengranulit betrachten. Die Grenze zwischen Granat und Feldspat ist als breite, dunkle Linie zu sehen, kaum aber die Grenze zwischen den einzelnen Feldspatkörnern in der anscheinend homogenen, farblosen Masse. Daß es sich aber tatsächlich um zahlreiche Körner handelt, wird sofort beim Einschieben des Analysators deutlich.

Eine Methode zur angenäherten Bestimmung des Brechungsindex beruht darauf, daß an einem Mineralsplitter Unebenheiten und Konturen ververschwinden, wenn man ihn in ein Medium von gleicher Lichtbrechung einbettet. Die Splitter lassen sich leicht aus dem Gestein oder mit einer Nadel aus dem ungedeckten Schliffe herausbrechen oder aus dem Gesteinspulver auslesen und in Flüssigkeiten von bekanntem n eintragen. Man gebraucht hierzu die Thouletsche Lösung (Kaliumquecksilberjodid), welche sich in jedem Verhältnis mit Wasser mischen läßt und dabei mit dem Brechungsexponenten auch das spez. Gew. erniedrigt; letzteres läßt sich mit der Westphalschen Wage schnell und leicht feststellen.

Spez. Gew.	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4
n	1,733	1,715	1,696	1,677	1,658	1,640	1,621	1,602	1,583
Spez. Gew.	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5
n	1,565	1,546	1,527	1,509	1,491	1,473	1,455	1,437	1,419

Zu achten ist besonders auf einen hellen Saum, die sogen. Beckesche Linie, die sich einstellt, wenn man bei etwas gesenktem Kondensor nach scharfer Einstellung den Tubus ein wenig hebt; sie liegt dann in dem stärker brechenden Medium und verschiebt sich bei weiterem Heben noch mehr gegen dieses hin.

Unter gekreuzten Nicols erscheinen die Granatschnitte dunkel, bleiben es auch bei voller Umdrehung des Präparates; die fremden Mineraleinschlüsse heben sich dabei sehr deutlich farbig heraus.

Schiebt man in den Schlitz *Sch* (Fig. 1 auf S. 4) das dem Mikroskope beigegebene Gipsblättchen vom Rot 1. Ordnung, so ändert ein Granatschnitt unter gekreuzten Nicols bei voller Drehung nichts an dieser Farbe. Setzt man statt dessen eine senkrecht zur Hauptachse geschliffene Kalkspatplatte ein („stauroskopische Calcitplatte"), so stören Granatschnitte weder die Ringe noch das Kreuz des Interferenzbildes. Die vier Felder einer Quarzquadrantenplatte bleiben durchaus gleich gefärbt. Im konvergenten polarisierten Lichte geben Granatschnitte keine Interferenzfigur. Man legt zu diesem Zwecke die Kondensorlinse auf den Polarisator, setzt ein starkes Objektiv ein, entfernt das Okular und kreuzt die Nicols. Eine sehr schwache, anomale Doppelbrechung, die bei gemeinem Granat hin und wieder vorkommt und bei der Beobachtung zwischen gekreuzten Nicols dem Auge leicht entgeht, würde sich bei diesen Maßnahmen durch blaue oder gelbe Farbentöne (Gipsblättchen), gestörte Interferenzfigur (Kalkspatplatte) oder abweichende Färbung je zweier anliegenden Quadranten (Quarzplatte) bemerkbar machen.

Chemisches: Almandin ist Eisen-Tonerdegranat: $Fe_3Al_2Si_3O_{12}$ mit 36,15 SiO_2, 20,51 Al_2O_3, 43,34 FeO; gemeiner Granat eine isomorphe Mischung von Almandin-, Grossular-, Spessartin- und Melanitsubstanz. Von Säuren kaum angreifbar, v. d. L. leicht zu dunkler magnetischer Perle schmelzbar. — Umwandlung bei Almandin recht selten, bei gemeinem Granat häufiger beobachtet, besonders in Aggregate grüner Chloritschuppen, makroskopisch z. B. aus dem Ötztale. Im Granulit zeigen hin und wieder ganze Bänke statt der blutroten schwarzgrüne Pünktchen, die sich im Schliffe als Haufwerke grüner chloritischer Schuppen erweisen. Selten findet eine Umwandlung in grünliche Hornblende statt. Die Granate der Glimmerschiefer verwittern gern zu ockerigem Brauneisen, welches während des Schleifens meist aus dem Präparate herausbricht.

Die *Isolierung* gelingt gewöhnlich durch Auslesen der Fragmente aus dem zerstoßenen Gestein mit der Hand, eventuell unter der Lupe. Bei sehr geringen Dimensionen der Individuen bieten die Unangreifbarkeit durch Säuren, das hohe spez. Gewicht und die Anziehbarkeit durch einen starken Elektromagneten geeignete Handhaben hierzu.

Spez. Gew.: 4,1—4,3. *H.:* 7—7,5.

Almandin und gemeiner Granat lassen sich im Schliffe nicht mit Sicherheit voneinander trennen; im allgemeinen ist der erstere öfter kristallisiert, in der Regel frisch und optisch normal, letzterer meist in Körnern vorhanden, zu Zersetzung geneigt und bisweilen optisch anomal. Eine sichere Unterscheidung ist nur durch chemische Prüfung möglich, wobei das Hauptaugenmerk auf das Fehlen oder Vorhandensein von Ca zu richten ist.

PYROP

Form: Nur Körner; so in manchen Olivingesteinen und besonders in vielen Serpentinen schon makroskopisch, auch in den Griquaitknollen aus südafrikanischem Blue ground. Im Schliffe gewöhnlich frei von Einschlüssen.

Fig. 9. Pyrop in Serpentin. Vergr. 20

Optisches: Blutrot, im Schliffe fast farblos; hoher Brechungsexponent: n_{na} = 1,75 (in orientalischem Pyrop 1,814); optisch normal.

Chemisches: Magnesium-Tonerdegranat: $Mg_3Al_2Si_3O_{12}$ mit geringem Eisengehalt (Beimengung des Almandinmoleküls) und etwas Cr, konstant auch wenig Ca. Unlöslich in Säuren. — Charakteristisch ist die Umrindung durch eine bräunlichgraue, faserige Substanz, Kelyphit, ein Reaktionsprodukt des Olivinmagmas auf die bereits ausgeschiedenen Pyropen (Fig. 9). Alle diese recht verschieden zusammengesetzten Rinden enthalten Picotit und monoklinen Augit; außerdem werden Hornblende, Anthophyllit, Bronzit, Diopsid angegeben.

Spez. Gew.: 3,7—3,8. *H.:* über 7.

MELANIT

Form: (110)·(211), letztere Flächen aber in den Durchschnitten sehr zurücktretend, welche meist Sechs- und Vierecke ergeben. Spaltbarkeit sehr unvollkommen und nur in größeren Schnitten wahrnehmbar. Einschlüsse selten; bisweilen grüne Pyroxensäulchen und farblose Apatitnädelchen.

Optisches: Sammetschwarz, im Schliffe dunkelbraun durchsichtig, oft lichter und tiefer braun gefärbte Zonen zeigend (Fig. 10). Man findet ihn in manchen alkalireichen Eruptivgesteinen, wo er mit zu den ersten Ausscheidungen gehört, z. B. in Leucitphonolithen des Kaiserstuhls (Rothweil, Horberig bei Oberbergen) und des Laacher Sees (Perlerkopf bei Olbrück), gelegentlich in Leucittephrit (z. B. Tavolato bei Rom), Nephelinphonolith und Nephelinit, überall stark lichtbrechend: $n_{na} = 1{,}856$ am Melanit von Frascati, und optisch normal.

Fig. 10

Chemisches: Kalk-Eisengranat, $Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$ mit 35,45 SiO_2, 31,49 Fe_2O_3, 33,06 CaO, in der Regel titanhaltig (reichlich z. B. der Iiwaarit aus Ijolith und die Melanite vieler Eläolithsyenite und des Borolanits). — Umwandlungserscheinungen sind nicht bekannt.

Spez. Gew.: 3,6—4,3. *H.:* 7.

Unterscheidung von Chromit durch Kristallform und Zonenbau, Schmelzbarkeit, Titanreaktion in der Phosphorsalzperle und Härte (Chromit 5,5). Von Orthit siehe diesen.

GROSSULAR

Makroskopisch als stachelbeergrüne oder gelbliche Kristalle, (110) oder Körner in kontaktmetamorphen Kalksteinen, im Schliffe blaßgrünlich oder gelblich, farblos, nicht selten Zonenbau und dann gern anomale Doppelbrechung zeigend; diese tritt zuweilend als Felderteilung auf derart, daß von jeder Kristallfläche eine Pyramide nach dem Mittelpunkte des Kristalls geht. Je nach der zugrundeliegenden Kristallform spricht man dann bei optisch anomalen Granaten von Oktaëder-, Dodekaëder-, Ikositetraëder- und Topazolithstruktur (Hexakisoktaëder); der Dodekaëdertypus ist weitaus der häufigste. Vgl. C. Klein, N. Jahrb. f. Min. 1883, I, 87. — Grossular enthalten z. B. die kontaktmetamorphen Kalksteine der Gegend von Berggießhübel, die im Kontakthofe des Ramberges und von Schierke im Harz, desgleichen südnorwegische und südtiroler Vorkommnisse (Predazzo).

Chemisch ein Calcium-Tonerdegranat: $Ca_3Al_2Si_3O_{12}$ mit 40,01 SiO_2, 22,69 Al_2O_3, 37,30 CaO, oft mit geringem Eisengehalt. Umwandlungserscheinungen sind nicht bekannt.

Spez. Gew.: 3,4—3,6. *H.:* 6,5—7.

SPESSARTIN

In den isabellfarbenen Lagen des Wetzschiefers von Recht u. a. O. der Ardennen als winzige, farblose Kriställchen (110), stark lichtbrechend ($n_{Na} = 1{,}81$), ein Mangan-Tonerdegranat: $Mn_3 Al_2 Si_3 O_{12}$ mit geringem Eisengehalt. Auch die blutroten Granate aus dem Porphyrit von Ilfeld am Harz sind Spessartine. — Umwandlung wurde nicht beobachtet.

Spez. Gew.: 3,7—4,2. *H.:* 7—7,5.

Die Unterscheidung von anderen Granaten gelingt durch Prüfung in der Phosphorsalzperle auf Mangan.

HAÜYNGRUPPE

Gesteinbildend wichtig sind:

Haüyn (und Nosean), $(Na_2 Ca)_5 Al_6 Si_6 O_{32} S_2$
Sodalith , $Na_4 Al_3 Si_3 O_{12} Cl$,

das sind vorwiegend als (110) kristallisierende Mineralien von niedrigem spez. Gew., geringer Härte und Lichtbrechung, leicht löslich in HCl und besonders das erstere gewöhnlich mit sehr charakteristischer Mikrostruktur ausgestattet; sie sind auf quarzfreie, zumeist Nephelin (und Leucit) führende Eruptivgesteine beschränkt.

HAÜYN (u. NOSEAN)

Form: (110); Durchschnitte vier- und sechsseitig. Im Schliffe charakterisiert durch einen dunklen, nach innen sich rasch verwaschenden Rand (Fig. 11*a*); so z. B. im Leucitphonolith von Rieden am Laacher See, innen grau oder bräunlich bestäubt erscheinend, meist von zahllosen Pünktchen durchsetzt, nicht selten auch von Strichsystemen durchsponnen, welche den kristallographischen Achsen parallel verlaufen und sich je nach Lage des Schnittes unter verschiedenem Winkel schneiden. Bei starker Vergrößerung erweisen sich die Pünktchen als winzige Gasporen, Glaseinschlüsse mit minutiösen Bläschen und als opake Körnchen, vermutlich Eisenerz; die Striche sind nur dichte Aneinanderreihungen derselben. — Die ziemlich gute Spaltbarkeit nach (110) macht sich im Schliffe verhältnismäßig recht selten und nur in den größeren Durchschnitten bemerkbar. Häufig dagegen ist an ihnen die Vier- und Sechseck-

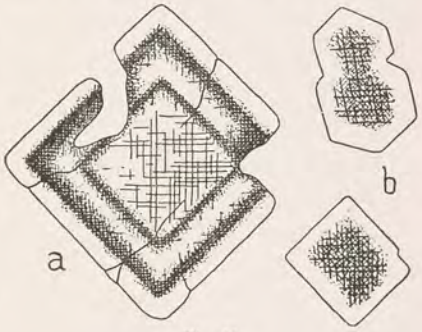


Fig. 11

form durch Abrundung der Ecken und zungenartige Einbuchtungen mehr oder weniger gestört. Man bezeichnet diese in Ergußgesteinen weit verbreitete Erscheinung, welche durch teilweises Wiedereinund Anschmelzen frühzeitig ausgeschiedener Kristalle bewirkt wird, als magmatische Korrosion. — Außer den großen beachte man auch die zahlreichen kleinen Haüynindividuen, die, wenn der Schliff nur die schwarze Zone traf, Eisenerzkörnern nicht unähnlich sind, aber nicht die scharfe Umgrenzung derselben besitzen. — Im Haüynophyr von Melfi beobachtet man in der Regel außerhalb der dunklen noch eine schmale helle Zone, die sich auch an den kleinen Kristallen findet und deren Unterscheidung von Eisenerz erleichtert; die großen Schnitte weisen mitunter zwei (selten mehr) dunkle Zonen auf. Vergleiche ferner die Haüynschnitte im Leucitphonolith von Olbrück (Laacher See) und in Nephelinphonolithen, wo sie z. T. groß und leicht zu finden, teils klein, verstreut und leicht zu übersehen sind. Kleine, aber zahlreiche und prächtig ausgebildete Individuen mit Strichnetzen (Fig. 11, *b*) enthält der Nephelinit von Neudorf bei Annaberg (Erzgebirge).

Optisches: Farblos; auch blau: Leucittephrit von Tavolato bei Rom; Leucitbasalt von Niedermendig (Laacher See); Phonolith vom Hohentwiel: manche Schliffe von Melfi; ziegel- oder rostrot: Melfi, manche Stücke von Rieden. — Schwache Lichtbrechung: $n_{na} = 1{,}496$ für die kalkreichen, 1,46 für die kalkarmen Glieder; daher ohne Relief im Schliffe. Optisch normal.

Chemisches: Isomorphe Mischungen von $Na_{10}Al_6Si_6O_{32}S_2$ mit 31,65 SiO_2, 27,03 Al_2O_3, 27,26 Na_2O, 14,06 SO_3 und $Ca_5Al_6Si_6O_{32}S_2$, dazu nicht selten Spuren von Cl (bis 1%). Die Ca-armen Glieder wurden als Nosean bezeichnet. Leicht löslich in Säuren unter Abscheidung von Kieselsäuregelatine. Ein Tropfen der salzsauren Lösung hinterläßt beim Verdunsten auf einem Objektträger isotrope Kochsalzwürfelchen und je nach dem Ca-Gehalte mehr oder minder reichlich farbig polarisierende Nädelchen und Nadelknäuel von Gips (s. unten); mit konzentrierter, heißer HCl entstehen statt deren würfelähnliche, rhombische Kriställchen von Anhydrit. Meist stellt man solche Mikroreaktionen an isolierten kleinen Fragmenten des betreffenden Minerals an, die sich im vorliegenden Falle z. B. leicht aus dem Gesteine von Rieden gewinnen lassen, wo sie dem bloßen Auge neben den weißen Leuciten als schwarze matte Körper erscheinen; auch die Lava von Niedermendig und der Haüynophyr von Melfi eignen sich hierzu. Ist man indes gezwungen, die Reak-

tion am Dünnschliffe selbst vorzunehmen, dann überzieht man den ungedeckten, noch auf dem Schleifglase befindlichen, mit einer dünnen Schicht gekochten Kanadabalsam, oder man entfernt von dem bereits fertigen gedeckten Präparate unter Erwärmen das Deckglas, nicht aber die obere Balsamschicht. Dann legt man (eventuell unter der Lupe) mit einer Präpariernadel den betreffenden Schnitt durch Losstechen des Balsams frei, setzt den Säuretropfen auf, hebt ihn nach erfolgter Einwirkung mit einer Kapillarpipette ab und bringt ihn auf einen reinen Objektträger zu freiwilligem Verdunsten. — Man kann auch so verfahren, daß man auf den mit Kanadabalsam überzogenen Schliff ein durchbohrtes Deckglas legt, so lange verschiebt, bis die Öffnung über dem zu prüfenden Schnitte liegt, dann anschmilzt, das Loch mit Alkohol von Balsam reinigt und nun den Säuretropfen aufsetzt. Solche Deckgläschen stellt man sich dadurch her, daß man sie mit Wachs überzieht, dieses in einem Kreischen von $^1/_2$—1 mm Durchmesser wegkratzt und dann das Glas mit HF durchätzt. — Wichtig zur Unterscheidung von Sodalith ist der Nachweis des S als H_2SO_4 durch Gipsbildung. Man setzt einen Tropfen der Lösung an das eine Ende eines Objektträgers, einen Tropfen stark verdünnte Kalksalzlösung ($CaCl_2$) an den entgegengesetzten Rand und sorgt für möglichst langsame Mischung beider Flüssigkeiten dadurch, daß man sie mittels eines Woll- oder Glasfadens verbindet oder zwischen sie einen größeren Wassertropfen bringt, welchen man durch schmale Brücken nach rechts und links hin verbindet. Bei freiwilligem Verdunsten scheiden sich die charakteristischen Gipsnädelchen aus (Fig. 12). Diese Gipsbildung kann auch umgekehrt zur Reaktion auf Ca verwendet werden. — Zur Prüfung des Haüyn in Phonolithen und basaltischen Gesteinen, die ja fast durchgängig frei von anderen S-haltigen Gemengteilen sind, kann man das Gestein selbst fein pulvern, mit verdünnter HCl auskochen und in der filtrierten Lösung nach den üblichen analytischen Methoden H_2SO_4 nachweisen; man berücksichtige aber, daß sich auch SiO_2 und P_2O_5 (aus dem gleichfalls gelösten Nephelin und Apatit) in

Fig. 12

der Lösung befinden. — Über den Nachweis des Cl siehe unter Sodalith.

Die Verwitterung liefert bei Na-reichen Gliedern Zeolithe, wobei sich die Substanz unter Verschwinden des dunklen Saumes trübt und unter gekreuzten Nicols grau oder gelblich polarisierende Faserbüschel (gewöhnlich Natrolith) zeigt; reichliche Ausscheidung von Calcit in unregelmäßigen, bei + Nic. irisierend gelblichgrauen Partien verweist auf kalkreiche Glieder; so z. B. im Leucitphonolith von Rothweil (Kaiserstuhl), im Phonolith vom Hohentwiel und vielen anderen Vorkommen.

Durch Glühen des beiderseits von Balsam gereinigten Schliffes in Luft oder S-Dampf (im bedeckten Porzellantiegel) werden farblose Haüyne gewöhnlich blau.

Spez. Gew.: 2,3—2,5, steigend mit dem Ca-Gehalte. *H.:* 5,5.

SODALITH

Form: (110) in Ergußgesteinen, meist Körner in Tiefengesteinen, z. B. im Eläolithsyenit (Ditroit) von Ditro, wo er dem bloßen Auge als himmelblaue Partien erscheint. Im Schliffe meist nur undeutliche Spaltbarkeit nach (110); eine große Menge fremder Einschlüsse, die besonders unter + Nic. deutlich farbig hervortreten, auch rundliche oder schlauchförmige Flüssigkeitseinschlüsse und Gasporen. Ähnlich auch in anderen Eläolith- und Sodalithsyeniten. Kristalle in Ergußgesteinen, so z. B. recht haüynähnlich im Sodalithtephrit vom Hohen Stein W. von Rongstock a. Elbe, von Hortau bei Bensen (böhm. Mittelgebirge). Der Sodalithtrachyt von Ischia (Kastellfelsen) enthält Sodalith nur auf Kluft- und Drusenwänden, nicht aber im Gesteinsgewebe selbst.

Optisches: Im Schliffe nahezu farblos, bisweilen bläulich, grünlich, gelblich. Lichtbrechung schwach: $n_{na} = 1{,}48$. — Optisch normal.

Chemisches: $Na_4Al_3Si_3O_{12}Cl$ mit 37,14 SiO_2, 31,60 Al_2O_3, 25,60 Na_2O, 7,31 Cl. Von HCl und HNO_3 leicht gelöst unter Bildung von Kieselsäuregelatine, die sich manchmal erst beim Stehen der klaren Lösung abscheidet. Schon von Essigsäure angegriffen (die Durchschnitte zeigen nach drei- bis vierstündiger Einwirkung vorwiegend dreiseitige Ätzfiguren). Die salzsaure Lösung hinterläßt beim Verdunsten reichlich Kochsalzwürfelchen (aber keine Gipsnadeln wie Haüyn). Zum Nachweise des Cl-Gehalts bedeckt man den von Balsam befreiten Schliff mit einer ca. 4 % HNO_3 und 2 % $AgNO_3$ haltenden Lösung, worauf sich nach etwa 10 Minuten auf den Sodalithschnitten eine dünne Schicht von AgCl gebildet hat, die sich nach Reduktion durch Pyrogallol schwärzt. (Derselbe Überzug, aber nur sehr dünn und leicht sich ablösend, entsteht auch auf Haüyn mit Cl-Gehalt.) — Man kann auch den Schliff mit ganz verdünnter HNO_3 bedecken und Bleiazetat oder -nitrat zusetzen; es schießen dann aus dem Sodalith flache, stark lichtbrechende, wasserhelle Prismen von Chlorblei hervor; Cl-haltiger Apatit würde dieselbe Reaktion geben. — Umwandlung vorwiegend in zeolithische Faserbüschel (Natrolith).

Unterscheidung: In Eläolithsyeniten von ebenfalls isotropen Basisschnitten des Eläolith durch Fehlen des Interferenzbildes im konvergenten Lichte. Von Haüyn durch Ausbleiben der Reaktion auf Ca und H_2SO_4. Nach Osann bleibt Sodalith klar, wenn man ihn im Schliffe mit einem Tropfen $BaCl_2$-haltiger verd. Essigsäure bedeckt; Haüyn wird durch Bildung eines Überzuges von $BaSO_4$ undurchsichtig. Von Analcim durch Cl-Reaktion.

Spez. Gew.: 2,13—2,34. *H.:* 5,5.

LEUCIT

Form: (211) und rundliche Körner mit sehr unvollkommener Spaltbarkeit. Die wasserhellen Durchschnitte meist achtseitig oder rundlich und besonders in den kleineren Individuen oft mit regelmäßiger Anordnung (Fig. 13) der Einschlüsse (grüne Pyroxensäulchen, schwarzbraune Schlackenpartikel, lichtere Glaseinschlüsse mit Libelle, Erzkörnchen usw.), z. B. im Leucitit vom Capo di Bove (Rom) mit Kornkränzchen (Fig. 15); in Vesuvlava von 1431 auch speichenartig radial gestellte Schlackenkeile und Pyroxensäulchen; in der Vesuvlava von 1822 häufig tangential gestellte farblose Nädelchen; kleine Individuen mit zentral gehäuften Einschlüssen, dazu nicht selten ein oder selbst zwei Kränzchen im Leucitbasalt vom Bausenberg, Kunkskopf und Hochsimmer (Laacher See), vom Firmerich bei Daun (Eifel); fast ohne Einschlüsse, aber von grünen Ägirinprismen kranzförmig umgeben im Leucitphonolith von Olbrück, Laacher See (Fig. 16). In der Vesuvlava von 1858 häufig 3—4 Individuen zu einem ungefähr (211)-ähnlichen Ganzen aneinander gewachsen (Fig. 14).

Fig. 13

Fig. 14

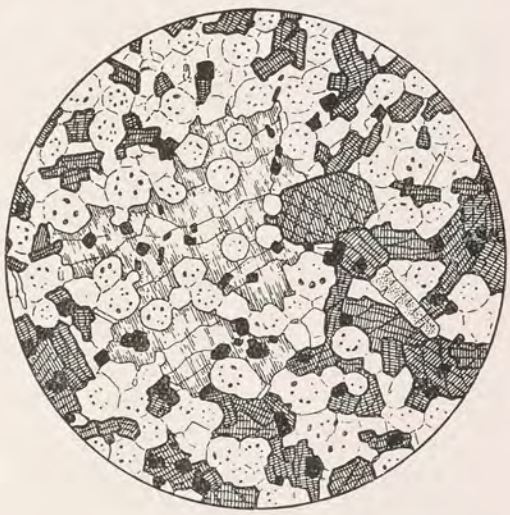


Fig. 15. Leucit im Leucitit. Vergr. 30

Sehr selten bildet der Leucit in glasreichen Basalten Skelette (Vesuv; Bearpaw Peak in Montana; Gaußberg im antarktischen Kaiser Wilhelm-Land). Entweder werden nur die Kanten des Ikositetraëders oder nur die Achsenrichtungen ausgebildet (Fig. 17 vom Gaußberg, welche auch die Bildung der Glaseinschlüsse zeigt).

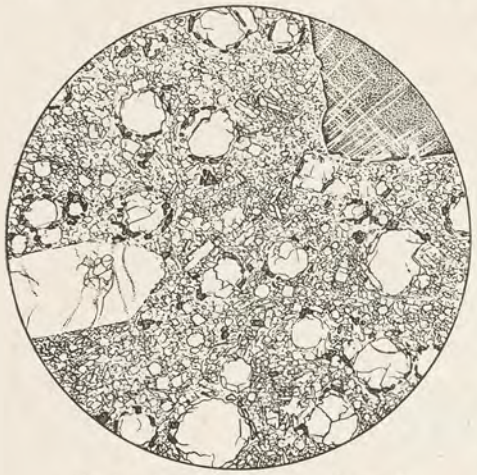


Fig. 16. Leucit in Phonolith. Vergr. 30

Optisches: Farblos; Lichtbrechung schwach: n = 1,48 bis 1,51. Die kleinen Schnitte meist isotrop; die großen (schön z. B. im Leucitphonolith von Rieden) unter + Nic. ein kompliziertes System rhombischer Zwillingslamellen zeigend; näheres über die Beziehungen derselben zur Kristallform vgl. C. Klein in N. Jahrb. f. Min. 1885, Beilagebd. III, 522 ff. In kleineren Schnitten sind optische Anomalien, besonders bei großer Dünne des Präparates, oft erst bei Prüfung mit Gips (Rot 1. Ordnung) nachzuweisen (S. 16). Daß diese Zwillingsbildung etwas Sekundäres, nachträglich im Leucit Entstandenes ist, geht daraus hervor, daß z. B. die Einschlußzonen un-

Fig. 17

gestört hindurchziehen und daß bei einer Erhitzung auf ca. 560° die Lamellen verschwinden, beim Erkalten aber wiederkehren. Es stehen also nur bei hoher Temperatur Form und optisches Verhalten im Einklange; der Leucit, welcher sich nur in Eruptivgesteinen und zwar fast ausschließlich in jungen, effusiven findet, ist demnach ursprünglich regulär gebildet, erfuhr aber bei der Abkühlung eine Umlagerung in rhombische Lamellen.

Chemisches: $KAlSi_2O_6$ mit 55,02 SiO_2, 23,40 Al_2O_3, 21,58 K_2O, oft mit geringem Gehalt an Na. Von heißer HCl im Schliffe und als Korn schwer, als feines Pulver gut zersetzbar unter Abscheidung pulveriger Kieselsäure. Dampft man die Lösung ein (zur Verjagung der HCl), nimmt den Rückstand mit wenig Wasser auf und setzt auf einem Objektträger Platinchlorid zu, so bilden sich gelbe reguläre Kriställchen von Kaliumplatinchlorid (Fig. 18). Mit Kieselflußsäure erhält man wasserhelle, schwach lichtbrechende Würfelchen von Kieselfluorkalium; doch ist erstere Reaktion vorzuziehen. — Häufigstes Umwandlungsprodukt ist Analcim (Leucitphonolithe des Kaiserstuhls), mitunter auch zeolithische Faserbüschel; im Leucitsyenit und Borolanit erfüllt ein Gemenge von Orthoklas und Nephelin die großen Leucitformen.

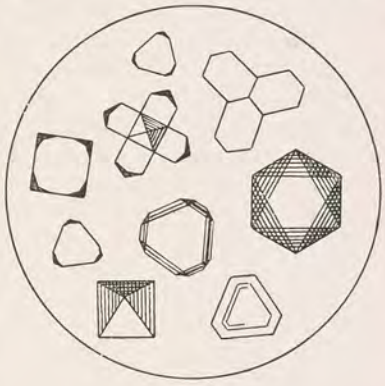


Fig. 18

Spez. Gew.: 2,45—2,5. *H.:* 5,5—6.

Unterscheidung von Analcim durch Mikrostruktur, mit Sicherheit nur auf chemischem Wege durch Nachweis des K.

PEROWSKIT

In Melilithbasalten (z. B. von Urach, vom Goldstein in der sächs. Schweiz, vom Dewin bei Wartenberg in Nordböhmen) als violettgraubraune Kriställchen, (111) und unregelmäßig zackige Formen, einschlußfrei und von starker Lichtbrechung: n = 2,38. Mikroskopische Individuen sind isotrop; größere (z. B. aus endogenen Einschlüssen im Basalt von Böhmisch-Wiesenthal im Erzgebirge) zeigen die Spaltbarkeit nach (100) und doppelbrechende Lamellen.

Chemische Zusammensetzung: $CaTiO_3$ mit wenig FeO. Von HCl, HNO_3 und wässeriger HF nicht angegriffen, von heißer konz. H_2SO_4 langsam gelöst. In der Borax- und Phosphorsalzperle Titanfarbe. Vom Elektromagneten nicht angezogen. — Fast immer frisch, nur vereinzelt wurde eine Umwandlung in leukoxenähnliche Massen (reine TiO_2) beobachtet.

Spez. Gew.: 4,03. *H.:* 5,5.

Von Chromit sind kleine Perowskite mit Sicherheit nur durch Prüfung in der Phosphorsalzperle zu unterscheiden; größere zeigen meist Zwillingslamellen und sind dadurch auch von Melanit zu trennen.

ANALCIM

Immer sekundär. Farblos und wasserhell, z. B. in Tescheniten (Teschen, Neutitschein) die Lücken erfüllend zwischen etwas trübem Feldspat, grünem

Pyroxen und braunem Amphibol. Spaltbarkeit nach (100) deutlich. Unter + Nic. öfter optisch anomal; es treten mattgrau polarisierende Flecke, Felder oder Streifen auf, besonders deutlich bei Anwendung eines Gipsblättchens vom Rot der 1. Ordnung (S. 16). Bei ca. 245° wird Analcim isotrop. — In Nephelin- und Leucitbasalten und Phonolithen bisweilen als Hohlraumauskleidung oder in Pseudomorphosen nach Leucit (Rothweil am Kaiserstuhl). — n = 1,487.

Chemische Zusammensetzung: $NaAlSi_2O_6 + H_2O$. Leicht löslich in Säuren unter Abscheidung gelatinöser Kieselsäure. Ein Körnchen Analcim auf einem mit Kanadabalsam überzogenen Objektträger in Kieselflußsäure gelöst hinterläßt beim Eintrocknen der Lösung die charakteristischen hexagonalen Kriställchen des Kieselfluornatriums (siehe Nephelin).

Spez. Gew.: 2,16. *H.:* 5,5.

Unterscheidung von Leucit und Sodalith siehe diese.

FLUSSSPAT (FLUORIT)

In granitischen Gesteinen sporadisch als kleine violblaue Körnchen mit flecken- und streifenweiser Verteilung der Farbe, z. B. im Rapakiwi, Lithionitgranit, Eläolithsyenit; im körnigen Magneteisenstein vom Schwarzen Krux bei Schmiedefeld (Thüringen); wenn farblos, schwerer zu erkennen. Die vollkommene Spaltbarkeit nach (111) liefert bei größeren Individuen im Schliffe feine und gerade Risse, die sich je nach der Schnittlage unter verschiedenem Winkel kreuzen. — n = 1,43. Optisch normal.

Chemische Zusammensetzung: CaF_2; nur durch heiße, konzentrierte H_2SO_4 zersetzbar. Umwandlungserscheinungen nicht bekannt.

Spez. Gew.: 3,1—3,2. *H.:* 4.

STEINSALZ

Regulär, (100) mit vollkommener Spaltbarkeit nach (100), bildet gewöhnlich körnige, selten faserige Aggregate, ist im Dünnschliffe meist farblos und wasserhell, selten blau (makroskopisch auch rot oder grau) gefärbt, führt sehr häufig kubische, etwas verzerrte oder schlauchförmige Flüssigkeitseinschlüsse mit Libelle, hin und wieder auch solche mit zwei verschiedenen, nicht mischbaren Flüssigkeiten, gelegentlich winzige, undurchsichtige, im auffallenden Lichte gelbliche Öleinschlüsse, oft Anhydritkriställchen, in grauen Stücken Tonflocken. — Die Lichtbrechung weicht wenig von der des Kanadabalsams ab; n = 1,544.

Chemische Zusammensetzung: NaCl, leicht löslich in Wasser.

Spez. Gew.: 2,167. *H.:* 2.

Unterscheidung von Sylvin siehe diesen.

SYLVIN

Regulär, Kristalle gewöhnlich von der Kombination (100) · (111), vollkommen spaltbar nach (100), meist in körnigen Aggregaten, meist farblos, auch rot, selten blau gefärbt, doch im Gegensatz zu dem klaren Steinsalz mit schwach milchiger Trübung, die auch im Dünnschliffe noch erkennbar ist. Flüssigkeitseinschlüsse sind meist klein, bisweilen nach zwei Systemen geordnet, große viel seltener als im Steinsalz. Manchmal zeigen Sylvinkörner an den Rändern infolge dichter Einlagerung von Eisenoxyd intensiv rote Farbe. — Die Lichtbrechung ist merklich geringer als die des Steinsalzes; n = 1,490.

Chemische Zusammensetzung: KCl, in Wasser leicht löslich, von scharf salzig-bitterem Geschmack.

Spez. Gew.: 1,987. *H.:* 2.

Die *Unterscheidung* von Steinsalz gelingt in größeren Stücken durch Geschmack und violette Flammenfärbung, im Schliffe durch die abweichende Lichtbrechung, in beiden Fällen durch die leichte Trübung und durch das Ausfällen von Kaliumplatinchlorid beim Betupfen mit Platinchloridlösung, wobei Steinsalz klar bleibt.

II. TETRAGONALE MINERALIEN

Im Schliffe quadratische oder achtseitige Querschnitte und bei der meist säulenförmigen, seltener durch Vorwiegen von (001) tafelartigen Ausbildung schlanker oder gedrungener leistenförmige Längsschnitte. — Optisch einachsig; die optische Achse fällt mit der kristallographischen Hauptachse c zusammen und ist entweder Achse der kleinsten Elastizität c (das Mineral dann positiv doppelbrechend, $c = c$) oder der größten a (Doppelbrechung negativ, $c = a$). Basisschnitte im parallelen polarisierten Lichte unter + Nic. isotrop, Längsschnitte gerade auslöschend, d. h. sie werden jedesmal dunkel, sobald ihre Hauptachse (oder die derselben parallelen Leistenkanten oder Spaltrisse) mit einem Nicolhauptschnitte (einem Arme des Fadenkreuzes) zusammenfällt. In allen anderen Lagen farbig polarisierend und zwar in der 45°-Stellung mit der lebhaftesten Farbe, deren Höhe von der Differenz der beiden Brechungsexponenten ω (für den ordentlichen Strahl *O*) und ε (für den außerordentlichen Strahl *E*), der Schliffdicke und der Lage des Durchschnitts abhängt. Die Reihenfolge dieser Farben ist die der Newtonschen Farbenringe. Eine Anschauung gibt die Betrachtung eines Quarzkeils unter + Nicols, der keilförmigen Ränder von Quarzsplittern, auch der Quarzschnitte im Präparate bei dem Dünnerwerden während des Schleifens.

Fig. 19

Im konvergenten polarisierten Lichte (S. 16)[1] zeigen Basisschnitte das Achsenbild einachsiger Kristalle: schwarzes fixes Kreuz mit oder ohne Farbenringe (Fig. 19). In Schnitten schief zu c be-

1) Man kann das Achsenbild auch unter Belassung des Okulars nach Einsetzen einer Bertrandschen Linse beobachten, die seitlich in den Tubus geschoben wird. Das Achsenbild erscheint dadurch vergrößert, aber etwas weniger scharf. Diese Art der Beobachtung ist unerläßlich bei der Bestimmung des Achsenwinkels zweiachsiger Mineralien (siehe Muscovit).

wegt sich das Achsenbild je nach der Neigung des Schnittes innerhalb oder außerhalb des Gesichtsfeldes in derselben Richtung, in welcher man den Objekttisch dreht; die Kreuzarme verschieben sich dabei parallel mit sich selbst (Fig. 20), bei stark geneigten Schnitten krümmen sich die schwarzen Balken kurz vor dem Aus-

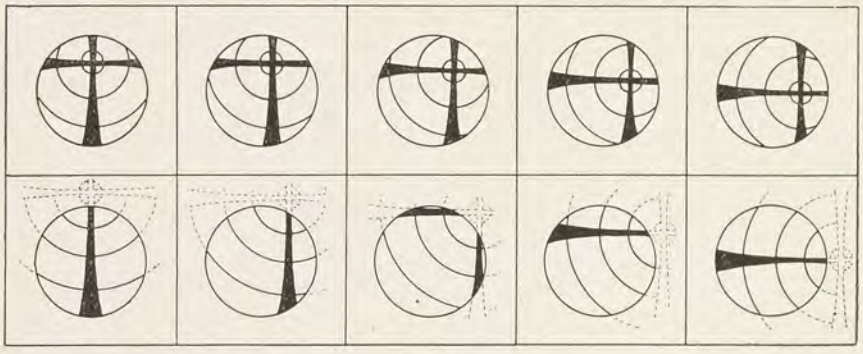


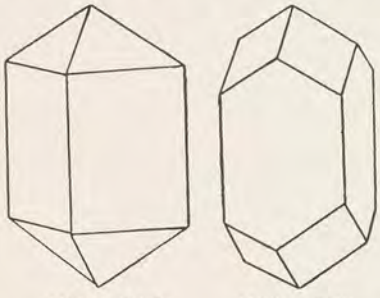
Fig. 20
Obere Reihe: Wenig schiefer Achsenaustritt
Untere Reihe: Schiefer Achsenaustritt

treten aus dem Gesichtsfelde und haben dann Ähnlichkeit mit solchen zweiachsiger Interferenzfiguren.

Der Pleochroismus (2 Farben) ist bei den gesteinbildenden farbigen Mineralien des Tetragonalsystems (Anatas ausgenommen) so schwach, daß er für die Diagnose keine Bedeutung besitzt.

ZIRKON

Form: Gewöhnlich kurz prismatisch (Fig. 21): (110)·(111), auch (100)·(111), bisweilen terminal recht flächenreich. In granitischen Gesteinen, besonders in den wasserhellen Quarzschnitten als kleine, meist gedrungene und nicht selten modellscharfe Kriställchen, welche sich durch ihre dunkle Umrandung von den ähnlichen, viel häufigeren Apatitsäulchen unterscheiden. Die größeren (z. B. im Rapakiwi) lassen mitunter Zonenbau und mancherlei Einschlüsse erkennen.



(110)·(111) (100)·(111)

Fig. 21

Um die wirkliche Größe dieser Kriställchen zu ermitteln, möge man eins derselben messen. Hierzu sind teils Schlitteneinrichtungen an dem Objekttische

im Gebrauch, deren Bewegung an dem geteilten Kopfe einer Mikrometerschraube abgelesen wird, teils sind auf gleiche Weise verschiebbare Marken im Okular vorhanden. Einfacher als diese empfindlichen Apparate und mindestens ebenso zuverlässig sind Glasmikrometer, welche entweder mit einem Okular fest verbunden sind oder in ein dazu bestimmtes eingelegt werden. Aus der Anzahl der Teilstriche, über die sich das Kriställchen hinwegerstreckt, ergibt sich dessen Länge, da der Wert eines Teilstriches auf der dem Mikroskope beigegebenen Tabelle verzeichnet ist.

Kleine Individuen sind verbreitet in Gneisen und konstant in Quarzsanden und in Kaolin von primärer Lagerstätte zu finden, wenn man deren Schlämmrückstand untersucht. — Über Zirkone mit pleochroitischen Höfen in Biotit und Cordierit siehe diese beiden Mineralien. Spaltbarkeit nach (110) nicht wahrnehmbar in Kriställchen.

Optisches: Im Schliffe in der Regel farblos. Starke Lichtbrechung: $\omega_{na} = 1{,}92$, $\varepsilon_{na} = 1{,}97$ im Mittel; daher starke Konturen, deutliches Relief und an größeren Schnitten rauhe Oberfläche. $\varepsilon - \omega = 0{,}05$; daher die lebhaften Polarisationsfarben selbst kleiner Individuen unter + Nic. Basisschnitte geben im konvergenten Licht (siehe S. 16) das Achsenkreuz und einige Ringe. Doch eignen sich die gesteinbildenden Zirkone wegen ihrer Kleinheit meist nicht zu dieser Prüfung; man muß sie an größeren Kristallen, z. B. an den gewisser südnorwegischer Syenite anstellen.

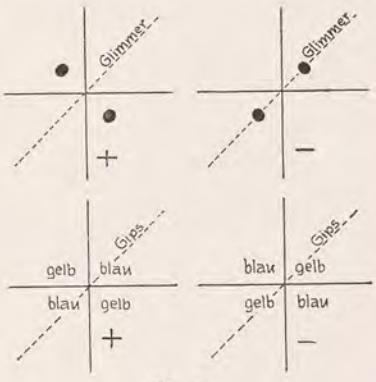


Fig. 22

Vorzügliche Dienste leistet für solche Zwecke auch die von Voigt & Hochgesang, Göttingen, hergestellte Sammlung orientierter Kristallschnitte. An Basisschnitten kann man die Bestimmung des optischen Charakters vornehmen, der beim Zirkon positiv ist (c = c).

Man schiebt, nachdem die Interferenzfigur hergestellt ist, in den Schlitz unmittelbar über dem Objektiv eine Viertelundulationsglimmerplatte; an Stelle des dunklen Kreuzes erscheinen zwei dunkle Punkte, deren Verbindungslinie entweder in die auf dem Glimmerblättchen durch einen Strich markierte Achsenebene fällt (optisch negativ) oder wie beim Zirkon senkrecht darauf steht. Gebraucht man statt des Glimmers ein Gipsblättchen vom Rot 1. Ordnung, so tritt statt der Punkte Gelbfärbung in den betreffenden Quadranten nahe dem Kreuzmittelpunkte auf (Fig. 22).

Chemisches: $ZrSiO_4$ mit 67,12 ZrO_2 und 32,88 SiO_2. Unangreifbar von Säuren (auch HF) mit Ausnahme heißer H_2SO_4. Zersetzungserscheinungen nicht bekannt.

Spez. Gew.: 4,4—4,7. *H.:* 7,5.

Isolierung durch HF (so aus Graniten), eventuell unter Benutzung des hohen spez. Gew. und eines Elektromagneten.

Unterscheidung von Apatit durch starke Lichtbrechung, hohe Polarisationsfarben und Unlöslichkeit in HCl und HF; von Rutil durch Farblosigkeit. Von Zinnstein siehe diesen.

RUTIL

Form: Prismatisch; hauptsächlich (110)·(100)·(111); terminale Flächen oft fehlend; auch Körner und feinste dunkle Nädelchen. — Im Glaukophanschiefer von Groix als honiggelbe bis fuchsrote Säulchen und Körner, erstere, wenn sie nicht allzu klein sind, hin und wieder mit feinen, scharfen Spaltrissen nach (110). Nicht selten Zwillinge, teils nach (101) („Kniezwillinge", Fig. 23, *a*), deren c-Achsen ca. 114° bilden, teils nach (301) („Herzzwillinge", Fig. 23, *b*), c-Achsen unter ca. 55° geneigt. In Eklogiten braunrote Körner und Körnerhaufen von Rutil; im Granulit, besonders im glimmerarmen bis -freien als honiggelbe Säulchen mit meist gegabelten Enden, auch Zwillinge. Verbreitet als feine Nädelchen, Nadelbüschel oder Netzwerke, deren Individuen sich unter ca. 60° schneiden (Sagenit, Fig. 23, *c*), in etwas angegriffenen Biotittafeln vieler Granite, Gneise, Kersantite, besonders bei beginnender chloritischer Zersetzung des Glimmers. In Phylliten und besonders in Tonschiefern als winzige dunkle Nädelchen, wie kurz gehackte Haare aussehend („Tonschiefernädelchen"). Zum Rutil gehören vielleicht auch die feinen schwarzen, haarähnlichen, oft gebogenen Mikrolithen in den wasserhellen Quarzschnitten mancher Granite und Granulite.

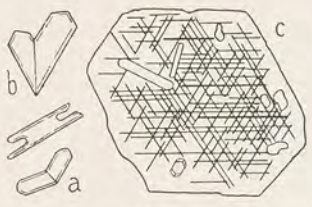


Fig. 23

Optisches: Lichtgelb, honiggelb, braunrot je nach der Dicke. Stärkste Lichtbrechung unter allen gesteinbildenden Mineralien: $\omega_{na} = 2{,}616$, $\varepsilon_{na} = 2{,}903$. Doppelbrechung positiv (c = c)·$\varepsilon - \omega = 0{,}287$; das würde die weißlichen Farben der höheren Ordnungen ergeben, die indessen von der Eigenfarbe verdeckt werden. — Pleochroismus meist kaum merklich.

Chemisches: TiO_2. Von HCl und HF nicht angreifbar (und dadurch unschwer zu isolieren), wohl aber durch ein Gemisch von HF und H_2SO_4, sowie durch H_2SO_4 allein. — Bei der (nicht häufigen) Verwitterung bildet sich zumeist eine undurchsichtige, im auffallenden Lichte geblichweiße Masse anscheinend von derselben Art, wie sie auch aus Titaneisen hervorgeht (Leukoxen, Titanomorphit, S. 9).

Spez. Gew.: 4,2 — 4,3. *H:* 6 — 6,5.

Unterscheidung von Zirkon durch Farbe und Ti-Reaktion; durch letztere auch von Zinnstein.

MELILITH

Form: Quadratische Tafeln von der Kombination (001)·(100), dazu nicht selten untergeordnet (110). Schnitte ‖ c langgestreckte Rechtecke (wobei deren kurze Seiten der c-Achse entsprechen); Basisschnitte achtseitig oder rundlich, recht

Fig. 24 Melilith in Melilithbasalt. Vergr. 40

Fig. 25

selten im Schliffe. In frischen Melilithbasalten, z. B. von Neuhausen bei Urach, liegen die farblosen Leistchen in großer Zahl neben gleichfalls wasserhellen, aber größeren Olivinschnitten. Die unvollkommene Spaltbarkeit nach (100) ist an den kleineren Individuen gar nicht, an größeren bisweilen durch wenige annähernd der Längsrichtung parallele Sprünge sichtbar. Charakteristisch aber ist eine Faserung, die, senkrecht auf (001) stehend, von beiden Seiten her mehr oder weniger weit nach der Mitte hinreicht (Fig. 24 und 25, *a*). Bei starker Vergrößerung erweisen sich die Fasern oft als speer- oder keulen- oder spatelförmige Gebilde („Pflockstruktur"), die in Basisschnitten als feine Kreischen erscheinen und wahrscheinlich aus

Glas bestehen. Man durchsuche auch andere Melilithbasalte, z. B. aus der schwäbischen Alb oder Polzenite aus der Umgegend von Wartenberg in Nordböhmen (Dewin, Spitzberg). Ohne kristallographische Umgrenzung findet sich der Melilith im Leucitit vom Capo di Bove, schon mit bloßem Auge im Schliffe als fahlgelbe Flecke erkennbar, u. d. M. durch seine Faserung von dem ebenfalls wasserhellen Nephelin zu unterscheiden und von kränzchenführenden Leuciten durchwachsen (Fig. 25, *b*; s. auch Fig. 15 auf S. 23).

Optisches: Farblos bis blaßgelblich. Lichtbrechung nicht stark: $\omega_{na} = 1{,}634$, $\varepsilon_{na} = 1{,}629$. Geringe Doppelbrechung: $\omega - \varepsilon = 0{,}005$. Blaugraue, oft auch anomale lavendelblaue Polarisationsfarben; Basisschnitte geben im konvergenten Lichte selten noch ein ganz verwaschenes schwarzes Kreuz, meist gar keins, sondern nur den dunklen zentralen Teil desselben, geschweige denn Farbenringe. Charakter der Doppelbrechung je nach der chemischen Zusammensetzung schwankend, negativ bei einem Gehalt von mehr als 30 % Gehlenitsubstanz, sonst (der seltenere Fall) positiv, bisweilen an verschiedenen Stellen ein und desselben Kristalls wechselnd. Pleochroismus fehlt meist.

Chemisches: Isomorphe Mischungen von Gehlenit $(CaMgFe)_3(AlFe_2)Si_2O_{10}$ und Åkermanit $(CaMg)_4Si_3O_{10}$ mit geringem Mangangehalt. Leicht löslich in HCl unter Gelatinieren. In dieser Lösung Ca als Gips nachweisbar (S. 21). — Melilith wandelt sich sehr leicht unter Trübwerden um entweder in ein faseriges, wahrscheinlich zeolithisches Mineral oder in eine erdige, im auffallenden Lichte gelblichweiße, kreideähnlich aussehende Masse (siehe unfrische, im Handstück grau erscheinende Basalte der Gegend von Urach).

Spez. Gew.: 2,90—2.95. *H.:* 5—5,5.

SKAPOLITH

Form: Meist Körner oder stengelige Aggregate mit guter Spaltbarkeit nach (100): Längsrisse in Schnitten ∥ c, rechtwinkelig sich kreuzende in Basisschnitten. So z. B. im Pyroxengneis von Mühlfeld (niederösterreichisches Waldviertel) neben grünem Pyroxen, grüner Hornblende, Granat und farblosem Mikroklin, welch letzterer sich von dem ebenfalls farblosen Skapolith durch feine Gitterstreifung unter + Nic. unterscheidet. Ebenso in einem Gabbro von Bamle, Norwegen, dessen Diallag in lichtbraune Hornblende und dessen Plagioklas in Skapolith umgewandelt ist. In beiden Fällen nahezu einschlußfrei. Farblose, rundliche oder elliptische Körner voll von Pyroxenkörnchen, Muskovitschüppchen und Rutilnädelchen in glimmerreichen Kontaktprodukten der Pyrenäen (Pouzac, Bagnère de Bigorre, Bois du Fajou), bisweilen durch zahllose winzige Kohlepartikel bei schwacher Vergrößerung bläulichviolett erscheinend (Couseranit). Als Kristalle

(Dipyr) in kontaktmetamorphen Kalksteinen von denselben Fundorten in den Pyrenäen; in der Prismenzone vorwiegend begrenzt durch (110)·(100), selten mit terminalen Flächen (111). Im Handstücke oft mit bloßem Auge kenntlich als schlanke Säulchen; u. d. M. reichlich Quersprünge infolge einer Absonderung nach (001); außer farblosen Calcitkörnchen, die sich mit Essigsäure entfernen lassen, gewöhnlich keine Einschlüsse; mitunter in mehrere Stücke zersprengt.

Optisches: Farblos. Brechung schwach: $\omega = 1{,}566$, $\varepsilon = 1{,}545$; kein Relief. Doppelbrechung dagegen ziemlich stark: $\omega - \varepsilon = 0{,}021$; Polarisationsfarben daher um Rot 1. Ordnung herum, meist höher. Basisschnitte geben im konvergenten Lichte ein scharfes Kreuz, bisweilen auch den 1. Ring. — Doppelbrechung negativ ($c = \alpha$), wie man in Basisschnitten im konvergenten Lichte mittels der Viertelundulationsglimmerplatte (S. 29) oder im parallelen Lichte an Längsschnitten mittels Gips vom Rot 1. Ordnung bestimmen kann (siehe unter Quarz); diese zeigen die niedere Farbe (1. Hälfte der 1. Ordnung), wenn ihre c-Achse (Spaltrisse) mit der markierten Achsenebene des Gipses zusammenfällt, dagegen die lebhaftere höhere Farbe (2. Hälfte der 2. Ordnung) in einer dazu senkrechten Stellung. — Kein Pleochroismus.

Chemisches: Isomorphe Mischungen von $Ca_4Al_6Si_6O_{25}$ mit 40,45 SiO_2, 34,38 Al_2O_3, 25,17 CaO (Meionitmolekül, Me) und $Na_4Al_3Si_9O_{24}Cl$ mit 63,95 SiO_2, 18,12 Al_2O_3, 14,69 Na_2O, 4,19 Cl (Marialithmolekül, Ma). Basische Glieder (Me bis Me_2Ma_1) sind durch Säuren vollkommen zersetzbar ohne Abscheidung von SiO_2, Mischungen von Me_2Ma_1 bis Me_1Ma_2 nur wenig angreifbar, die sauren (Me_1Ma_2 bis Ma) gar nicht mehr. Solche saure, Ca-arme Varietäten sind Dipyr und Couseranit. In basischen Skapolithen ist der Ca-Gehalt als Gips nachzuweisen (S. 21). — Die Umwandlung erfolgt besonders von den Spaltrissen aus entweder in faserige trübe Aggregate eines noch nicht bestimmten Minerals oder in ein feinschuppiges Haufwerk von Kaolin oder Muscovit (Sericit). Seinerseits ist der Skapolith sehr oft aus Plagioklas entstanden, von welchem mitunter noch frische Reste (an der Zwillingslamellierung unter + Nic. kenntlich) in ihm stecken.

Spez. Gew.: 2,57 (Ma)—2,73 (Me), erleichtert die Isolierung durch schwere Flüssigkeiten. *H.:* 5—5,5.

Unterscheidungen: Von Feldspat durch die stets gerade Auslöschung, das Fehlen von Zwillingslamellen und durch die isotropen Basisschnitte resp. den einachsigen Charakter der Interferenzfigur. Von Andalusit und Cordierit, welche beide oft Pleochroismus zeigen, durch Prüfung im konvergenten Lichte, sowie durch die Basisschnitte im parallelen Lichte. Von Quarz (besonders in Körnern) durch Spaltbarkeit und optischen Charakter.

ANATAS

Als blaue oder bräunlichgelbe, metallglänzende, recht kleine Pyramiden, einschlußfrei und von sehr starker Lichtbrechung ($\omega_{na} = 2{,}562$, $\varepsilon_{na} = 2{,}489$). Verbreitet in den grünen chloritischen Umwandlungsprodukten der Augite in Diabasen und der Biotite in Quarzkeratophyren; nicht selten auch in Spilositen und Adinolen aus Kontakthöfen an Diabasen. — Die sehr hohen Polarisationsfarben von der Eigenfarbe verdeckt. Doppelbrechung negativ ($c = \alpha$). Pleochroismus meist schwach: beim Drehen des Präparates (oberer Nicol entfernt) Wechsel zwischen tiefer und heller Blau (resp. dunkler und lichter Gelb).

Chemische Zusammensetzung: TiO_2. Verhalten gegen Säuren und Isolierung wie Rutil.

Spez. Gew.: 3,83—3,93. *H.:* 5,5—6.

ZINNSTEIN (KASSITERIT)

Prismatische Kristalle der Kombination (110)·(111), meist ohne terminale Flächen; auch Körner. — Farblos, gelb, braunrot, oft streifig, wie z. B. in australischem Zinnsteinsand, im Zwitter von Altenberg, Sachsen (hier oft zonal mit dunklem Kern und hellem Rande). Starke Lichtbrechung: $\omega_{na}=1{,}997$, $\varepsilon_{na}=2{,}093$; optisch positiv (c = c), wie man an Basisschnitten im konvergenten Lichte bestimmen kann (S. 29), die das Kreuz und 1—2 Ringe geben. Im parallelen Lichte unter + Nic. erhält man die unbestimmt weißlichen Farben hoher Ordnungen, oft von der Eigenfarbe verdeckt; nur sehr dünne Schnitte zeigen die lebhaften Farben 3. Ordnung. — Zwillinge nach (101), wobei sich die Hauptachsen unter ca. 112° schneiden (entsprechend den Kniezwillingen des Rutil), sind nicht häufig; reichlich vorhanden in Zwitter von Cornwall, dessen Individuen auch die sonst nur undeutlich hervortretende Spaltbarkeit nach (100) zeigen (Längsrisse in Längsschnitten, rechtwinklig sich kreuzende Sprünge in Basisschnitten) und sich wegen ihrer Größe gut zur Gewinnung von Achsenbildern eignen. — Vereinzelt in Greisen; auch als winzige Einschlüsse im hellblonden Lithion-Eisenglimmer des Granits vom Greifenstein im Erzgebirge, überhaupt gern in Lithionitgraniten, auch in ihren Kontakthöfen.

Chemische Zusammensetzung: SnO_2. Unangreifbar von Säuren und dadurch leicht zu isolieren. Durch eine minimale Menge Zinnstein wird eine durch Kupfervitriol blau gefärbte Boraxperle im Reduktionsfeuer rubinrot (einzig sichere Unterscheidung von Rutil und Zirkon).

Spez. Gew.: 6,8—7. *H.:* 6—7.

VESUVIAN

Form: Wenn in Kristallen, dann hauptsächlich begrenzt von (110)·(100)·(111)·(001); unvollkommen spaltbar nach den beiden Prismen. Auch ohne Kristallumrisse; braune, stengelige Massen werden Egeran genannt (Haslau bei Eger; Göpfersgrün), Aggregate rundlich stumpfeckiger Körner Kolophonit (Arendal). Besonders in kontaktmetamorphen Kalksteinen und Kalksilikathornfelsen (Harz, Monzoni, Kristianiagebiet).

Optisches: Vorwiegend grün oder braun, im Schliffe farblos bis gelblich oder grünlich, die Farbe bisweilen zonar, seltener fleckig verteilt. Pleochroismus schwach, oft kaum merklich. Lichtbrechung hoch: $\varepsilon_{na}=1{,}701—1{,}726$, $\omega_{na}=1{,}705—1{,}732$. Doppelbrechung sehr niedrig: $\omega-\varepsilon=0{,}001—0{,}006$ für Na-Licht; neben normalen grauen oft mit anomalen lavendelblauen und olivenbraunen Polarisationsfarben. Meist optisch negativ; doch wechselt nicht selten der optische Charakter wie auch die Lichtbrechung in verschiedenen Schalen desselben Kristalls.

Chemisches: $HCa_2AlSi_2O_8$ mit 37—39 SiO_2 und 33—37 CaO, bisweilen mit Gehalt an F, Fe, Mg. Roh wenig angreifbar von Säuren; geschmolzen leicht von HCl unter Gelatinieren zersetzt. — Umwandlungen sind am Vesuvian der Gesteine nicht bekannt.

Spez. Gew.: 3,35—3,47. *H.:* 6,5.

III. HEXAGONALE MINERALIEN

Querschnitte sechs-, selten zwölfseitig (bei Turmalin auch neunseitig). Alles übrige wie im tetragonalen System. — Pleochroismus (2 Farben) nur bei Turmalin von Bedeutung.

QUARZ

Form: Kristalle von scheinbar holoëdrischer Ausbildung ($10\bar{1}1$), dazu selten und untergeordnet ($10\bar{1}0$) fast nur in Ergußgesteinen. Schnitte ∥ c sind Rhomben, ⊥ c Sechsecke; so z. B. in Quarzporphyren als Einsprenglinge, schon mit bloßem Auge im Handstücke und im Schliffe neben trüben Feldspateinsprenglingen zu erkennen. U. d. M. infolge magmatischer Korrosion (S. 20) durch Abschmelzen der Ecken und durch zungenartiges Eingreifen der feinkörnigen Grundmasse oft arg verunstaltet (Fig. 26). Die runden Grundmassepartien, die man bisweilen mitten im Quarz antrifft, sind wohl häufiger quer durchschnittene Zungen als wirkliche kugelförmige Einschlüsse. Beachtenswert sind die Glaseinschlüsse, die hier meist als kleine Rhomben oder Sechsecke erscheinen und eine feine äußere Umgrenzung und ein dunkel umrandetes unbewegliches Bläschen (selten mehrere) besitzen; mitunter ragt das Bläschen zum Teil aus dem Glaseinschlusse heraus. Die Glasmasse ist meist farblos, zuweilen blaß gelblich, enthält auch wohl einzelne dunkle mikrolithische Ausscheidungen. Über die Orientierung der Glaspartikel siehe unten (Optisches). Sehr ähnliche Verhältnisse bieten die Quarzeinsprenglinge in Rhyolithen, Quarzporphyriten, Daciten. — Die Spaltrisse verlaufen überall ganz unregelmäßig; auf ihnen sind nicht selten mancherlei Infiltrationsprodukte zur Ablagerung gelangt.

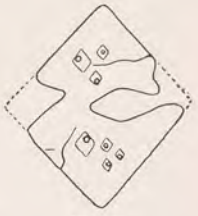


Fig. 26

Körner bildet der Quarz in den hierher gehörigen Tiefengesteinen, z. B. den allermeisten Graniten, wo er im Gegensatz zu den vorhin genannten Gesteinen der zuletzt festgewordene Gemengteil ist und als solcher die Lücken zwischen den übrigen erfüllt und damit einer selbständigen Begrenzung ermangelt. Mit bloßem Auge leicht im Handstücke und im Schliffe von dem braunen Glimmer und den trüben Feldspaten zu unterscheiden. U. d. M. in der Regel reich an Einschlüssen. Solche von Glas fehlen ganz; dagegen sind breit und dunkel umrandete rundliche Gasporen

häufig und besonders Flüssigkeitseinschlüsse (Fig. 27); die kleineren derselben zeigen meist kugel- oder eirunde Form, die größeren unregelmäßige, öfter schlauchartige Gestalt. Ihre Kontur ist beträchtlich dunkler als bei Glaseinschlüssen, die Libelle der kleinen meist beständig in freiwilliger zitternder oder wirbelnder Bewegung, in den größeren gewöhnlich stillstehend. Verhältnismäßig bedeutende Dimensionen erreichen diese Gebilde in den Quarzen grobkörniger Granite (z. B. von Johanngeorgenstadt im Erzgebirge). Hier trifft man häufig auf Flüssigkeitseinschlüsse, die außer der Libelle noch ein wasserhelles Würfelchen, wahrscheinlich von Kochsalz, enthalten. Der Inhalt der Flüssigkeitseinschlüsse hat sich teils als Wasser, teils als Salzlösung, teils aber auch als flüssige CO_2 erwiesen. Im letzteren Falle verschwindet die Libelle bei einer Temperatur von 31—32° C, zu deren Erzeugung und Messung man sich eines heizbaren Objekttisches bedienen kann.

Fig. 27

Ein solcher besteht entweder aus einem flachen Blechkasten, durch welchen mittels Spiritus- oder Gasflamme erhitzte Luft streicht, oder aus einer Platte, die einen durch elektrischen Strom erhitzbaren Rost von Platindraht zur Aufnahme des Präparates trägt. (Vgl. N. Jahrb. f. Min. 1891, I, 65 u. 68.) Die Objektive, besonders die dem Präparate sehr genäherten starken, üben eine nicht unbedeutende abkühlende Wirkung aus, die zu berücksichtigen ist. Für vorliegende Zwecke tut an Stelle eines heizbaren Objekttisches eine brennende Zigarre, die man nach Entfernung des Polarisators unter die Tischöffnung hält, dieselben Dienste. Bei der Abkühlung des Schliffes kehrt die Libelle unter förmlichem Aufkochen des Einschlusses wieder.

Außer Flüssigkeits- und Gaseinschlüssen enthalten die Granitquarze farblose, schwach lichtbrechende Apatitnädelchen, dunkel konturierte Zirkonprismen, gelegentlich braune Biotitschüppchen und Eisenerz. — Ähnliche Quarzkörner sind in geringer Menge enthalten in vielen Syeniten (Plauenscher Grund; Meißen) neben trübem Orthoklas und grüner Hornblende, ferner als Hauptgemengteil in Gneisen, häufig in Amphiboliten.

Klastischen Quarz enthalten die Grauwacken, deren größere Körner von unzweifelhafter Splitterform je nach ihrem Herkommen verschiedenerlei Einschlüsse führen. Verwandt ist der Quarz in Quarziten und Sandsteinen. Hier beobachtet man mitunter (Vogesensandstein; Hauptbuntsandstein), daß sich an die einzelnen meist rundlichen Quarzkörner neue Quarzsubstanz (sogenannte „ergän-

zende Kieselsäure") in derselben kristallographischen Orientierung angesetzt hat, wie die gleiche Polarisationsfarbe und die gleichzeitige Auslöschung beider erweist. Die Grenzen der ursprünglichen Körner sind meist durch eine dünne Schmutzhaut auf ihrer Oberfläche ersichtlich gemacht, auch wohl durch scharfes Absetzen der Züge von Flüssigkeits- und Gaseinschlüssen an der neuen Quarzhülle (Fig. 28).

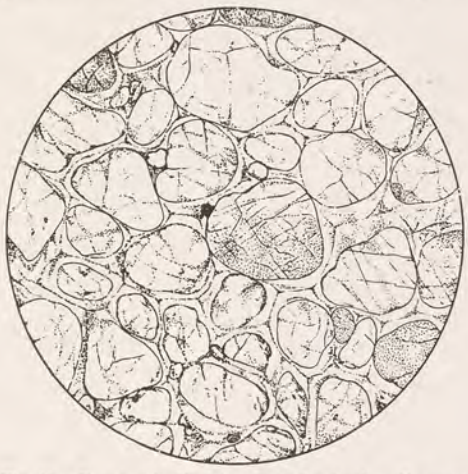


Fig 28. Ergänzende Kieselsäure in Sandstein. Vergr. 30

Einen charakteristischen Anblick gewährt der Quarz vieler Kontaktgesteine (Quarzglimmerfelse, andalusitführende Hornfelse). Die einzelnen Körner greifen hier nicht, wie z. B. bei den meisten Gneisen, verzahnt ineinander, sondern setzen geradlinig aneinander ab und bieten bei ungefähr isometrischem Bau das Bild eines Straßenpflasters oder einer Honigwabe dar („Pflaster- oder Bienenwabenstruktur"). Bezeichnend für solche Quarze sind runde Biotitscheibchen, welche sie oft zentral gehäuft als Einschlüsse führen (Fig. 29).

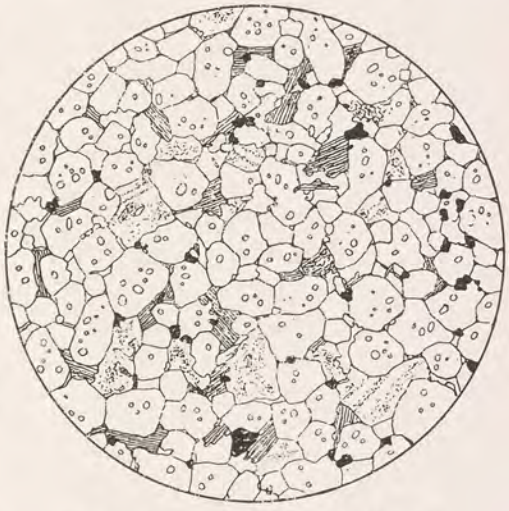


Fig. 29. Pflasterquarz in Hornfels. Vergr. 20

Optisches: Stets farblos und wasserhell. Brechung schwach: $\omega_{na} = 1{,}544$, $\varepsilon_{na} = 1{,}553$, d. i. ungefähr wie Kanadabalsam ($n = 1{,}549$); kein Relief. Doppelbrechung nicht stark: $\varepsilon - \omega = 0{,}009$, das gibt im Schliffe unter + Nic. licht Strohgelb der ersten Ordnung. Merkt man sich als Norm, daß eine Differenz

der Brechungsexponenten von etwa 0,01 Blaßgelb, eine solche von 0,02 (Skapolith) Orange bis Rot erster Ordnung gibt, so kann man, da sich leicht weitere Stufen hinzufügen lassen, aus den Polarisationsfarben der Mineralien annähernd auf die Größe dieser Differenz schließen.

Die Exponenten selbst lassen sich an einem Schnitte ∥ c nach der auf S. 15 angeführten Methode bestimmen; man darf aber hierbei den Polarisator nicht entfernen und muß die erste Messung (für ε) ausführen, wenn die c-Achse mit der Schwingungsrichtung des unteren Nicols zusammenfällt, die zweite Bestimmung (für ω), wenn man a in diese Lage gebracht hat; doch erfolgen diese Feststellungen besser an größeren Mineralpartikeln durch Beobachtung der Totalreflexion mittels eines Refraktometers. — Die rhombenförmigen Quarzschnitte (∥c) löschen nach den Diagonalen aus; das Fadenkreuz geht dann auch durch die Diagonalen rhombenförmiger Glaseinschlüsse (z. B. im Quarzporphyr). Reicht ein solcher Einschluß nicht durch die ganze Schliffdicke hindurch, sondern ist er von Quarz über- oder unterlagert, so erscheinen an seiner Stelle niedere Polarisationsfarben als im umgebenden Quarz, weil ja hier nur eine dünnere Quarzschicht wirksam ist. — Die Doppelbrechung ist positiv, c = c.

Man bestimmt dies an einem rhombenförmigen Schnitte mittels eines Gipsblättchens, welches für sich allein unter + Nic. Rot erster Ordnung gibt. Leitend dabei ist die Erwägung, daß eine höhere Farbe erscheinen wird, wenn man ein zweites doppelbrechendes Mineralbättchen so in den Gang der Lichtstrahlen einschaltet, daß seine c-Achse mit der des Gipses zusammenfällt (gleichsam Verdickung des Blättchens), daß dagegen bei gekreuzten c-Achsen niedere Farben als Rot erster Ordnung auftreten. Die Richtung der c-Achse des Gipsblättchens ist auf diesem durch einen Strich markiert. Man dreht nun den rhombischen Quarzschnitt so, daß er das höhere Blau zeigt; dann liegt im Quarze c ebenso wie im Gipse und fällt mit der langen Diagonale (c) zusammen; so gewinnt man: c = c, d. i. positiv.

Basisschnitte des Quarzes geben im konvergenten Lichte ein schwarzes Kreuz, aber keinen Ring: die Erscheinungen der Zirkularpolarisation kommen wegen der geringen Dicke des Schliffes nicht zur Geltung. An diesem Achsenbilde läßt sich ebenfalls der Charakter der Doppelbrechung bestimmen (S. 29).

In Graniten, welche Druckwirkungen ausgesetzt waren, löschen die Quarzschnitte nicht mehr mit einem Schlage gleichmäßig aus, sondern es läuft eine dunkle Welle darüber hin („undulöse Auslöschung“); häufig zeigen sie dann auch noch andere Druck-

erscheinungen; sie sind zerborsten oder von einem breccienartigen Kranze kleiner Quarztrümmer umgeben („Mörtelstruktur") oder von Zonen solcher Reibungsprodukte längs der Sprünge durchzogen.

Chemisches: SiO_2. Nur von HF angegriffen, ziemlich langsam, so daß z. B. Feldspate eher gelöst werden.

Spez. Gew.: 2,65. *H.:* 7.

Unterscheidung: Gut charakterisiert durch die sehr unvollkommene Spaltbarkeit, die wasserhellen Schnitte ohne alle Spur von Zersetzungserscheinungen. — Von Cordierit und frischem Orthoklas und Plagioklas im kleinkörnigen Gemenge mancher Hornfelse und Grundmassen siehe unter diesen Mineralien.

TRIDYMIT

Als makroskopische, auf Hohlräumen sitzende dünne hexagonale Täfelchen (Euganeen) und auch am eigentlichen Gesteinsgewebe beteiligt. In letzterem Falle zeigt der Dünnschliff sehr charakteristisch dachziegelartig übereinanderliegende wasserhelle sechsseitige Blättchen, zu unregelmäßig begrenzten Partien vereinigt (Fig. 30); besonders schön und deutlich im Augitandesit von San Cristobal bei Pachuca (Mexiko), auch in Trachyten nicht selten (Drachenfels; Zentralfrankreich u. a.), gern in der Nähe der großen Sanidine. Ohne Spaltbarkeit und Einschlüsse. Brechung schwach: $n = 1{,}477$ im Mittel. Doppelbrechung gering, Schnitte $\perp$ c grau, in dünnen Schnitten nur bei Prüfung mit Gips wahrnehmbar. Basisschnitte isotrop; doch zeigen in solcher Lage die aufgewachsenen größeren Kriställchen unter + Nic. Zwillingslamellen anscheinend trikliner Natur, die bei ca. 130° verschwinden.

Fig. 30

Chemische Zusammensetzung: SiO_2; nur in HF, heißer Sodalösung oder Kalilauge löslich.

Spez. Gew.: 2,28—2,33.

CHALCEDON

In Gesteinen nur sekundär, Hohlraumausfüllung, von sehr feiner radialfaseriger Textur, farblos oder infolge Infiltrationen gelblich oder grünlich. Zum Studium eignen sich Achatschliffe, auch Kieseloolithe, wo er nicht selten die Zwischenräume der einzelnen Kugeln erfüllt. — Lichtbrechung gering, $n = 1{,}537$. Polarisationsfarben wie Quarz, aber optisch negativ ($c = \alpha$), wie die Prüfung mit Gips zeigt. Schnitte durch das Zentrum kugeliger Gebilde geben im parallelen Lichte unter + Nic. ein schwarzes Kreuz, welches beim Drehen des Präparates an seiner Stelle bleibt; nicht zentrische Schnitte zeigen feinkörnige Aggregatpolarisation. Bildet in verschiedenen Ergußgesteinen Mandeln und ist dann, z. B. in Basalten, wohl zu unterscheiden von dem ebenfalls Blasenräume erfüllenden radialfaserigen Natrolith, bei welchem aber $c = c$ und welcher auch in HCl löslich ist, worauf die gebildete Kieselsäuregelatine tingiert werden kann (siehe Nephelin).

Chemische Zusammensetzung: SiO_2, meist mit Opal gemengt. Verhalten gegen Säuren wie Quarz.

Spez. Gew.: 2,59—2,64.

CALCIT

Form: In Gesteinen nur Körner mit sehr vollkommener Spaltbarkeit nach $(10\bar{1}1)$ und häufiger Zwillingslamellierung nach $(01\bar{1}2)$, deren gegenseitige Lage man sich an einem Rhomboëdermodelle klar mache. Jeder weiße, kristalline Kalkstein (Marmor) zeigt diese Verhältnisse (Fig. 31). Einschlüsse selten; zahlreiche Kohlepartikel bringen graue bis schwarze, Eisenderivate rote Färbung hervor. — Vielfach als Mandelausfüllung z. B. in Diabas- und Melaphyrmandelsteinen, die ganze Mandel mitunter ein einziges Individuum bildend, wie man an der einheitlichen Spaltbarkeit erkennt. In seltenen Fällen radialfaserig ausgebildet (manche Basaltmandeln) und dann auf optischem Wege nicht von Aragonit zu unterscheiden. In Oolithen (des Jura z. B.) bald als radialfaserige Kügelchen, bald als konzentrisch-schalige, bald beide Typen vereinigt; in der Mitte bemerkt man mitunter ein fremdes Mineralkörnchen, ein größeres Calcitpartikelchen oder ein organisches Fragment, welches dem ganzen Gebilde augenscheinlich als Ausgangs- und Ansatzpunkt gedient hat. — Vielfach ist Calcit aus der Zersetzung Ca-haltiger Mineralien (basische Plagioklase, Haüyne) hervorgegangen, findet sich dann als unregelmäßige Fetzen im Gesteinsgewebe (Melaphyr, Kersantit u. a.) und ist am besten im polarisierten Lichte in seiner ganzen Verbreitung zu übersehen.

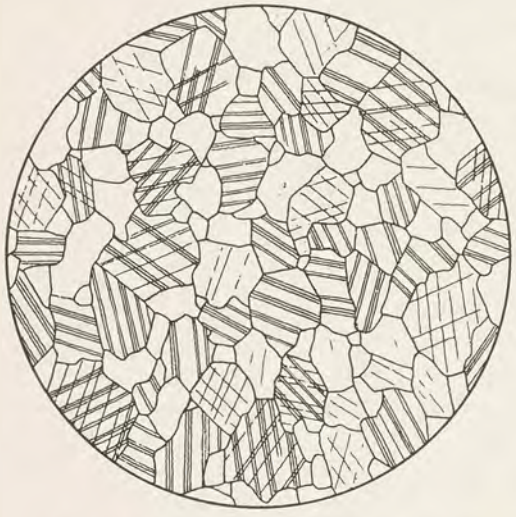


Fig. 31. Calcit verzwillingt in Marmor. Vergr. 30

Optisches: Farblos. $\omega_{na} = 1{,}658$, $\varepsilon_{na} = 1{,}486$. Glatte Oberfläche und kein Relief. Doppelbrechung stark: $\omega - \varepsilon = 0{,}172$. Das gibt

unter + Nic. die unbestimmten weißlichen Farben hoher Ordnungen, auch bei Betrachtung mit nur einem Nicol in nichtbasischen Schnitten auffallende Helligkeitsunterschiede bei Drehen des Tisches um 90°. In den allerdünnsten Schnitten (am Rande des Schliffes besonders) rot und grün irisierend. Basisschnitte zeigen im konvergenten Lichte das Kreuz und einige Ringe; hier ist auch der negative Charakter der Doppelbrechung bestimmbar (S. 29).

Chemisches: $CaCO_3$. Leicht löslich unter Entwickelung von CO_2 in allen, selbst stark verdünnten Säuren (auch Essigsäure) schon in der Kälte, in Stücken und im Schliffe. Um bei kleinen Mengen im Dünnschliffe das Entweichen von CO_2 nicht zu übersehen, verhindert man das Platzen der Bläschen durch Auflegen eines Deckgläschens auf die mit einem Wassertropfen versehene Schliffffläche; die Säure läßt man von der Seite her zutreten. — Da die Ätzfiguren je nach Lage der angegriffenen Fläche ihre Form ändern, sind sie zur Diagnose im Dünnschliffe nicht geeignet. Man möge aber an einem Spaltungsstück von Calcit durch Übergießen mit verdünnter HCl und sofortiges Abspülen in Wasser die dreiseitigen Grübchen einmal hervorrufen; bei der Betrachtung derselben u. d. M. verschiebt man zweckmäßig den Spiegel möglichst weit seitlich.

Spez. Gew.: 2,72. *H.:* 3.

Unterscheidung: Praktisch von Bedeutung ist die Auseinanderhaltung des Calcit von Dolomit und Aragonit; Dolomit braust mit Essigsäure und kalter verdünnter HCl nicht, zeigt wohl nie Zwillingslamellen, dafür aber in der Regel die Schnittfiguren des Rhomboëders im Dünnschliffe. Von Vorteil sind folgende Niederschlagsreaktionen: Aus einer Lösung von Fe_2Cl_6, welche man auf dem Schliffe ausbreitet, schlägt Calcit schon nach einer Minute eine Haut von braunem Eisenoxydhydrat auf seiner Oberfläche nieder, die man nach vorsichtigem Abspülen in Wasser durch $(NH_4)_2S$ schwarz färben kann. Dolomit hat in dieser Zeit mit der Fällung kaum begonnen. — Mit eisenfreier, verdünnter Kobaltsolution gekocht wird Aragonitpulver sogleich lila, dann violett, Calcit erst nach einer Minute blau.

DOLOMIT

Rhomboëder, welche im Schliffe (z. B. von körnigem Dolomit) Dreiecke, Sechsecke und besonders Rhomben ergeben, öfter verzerrte Formen. Spaltbarkeit nach (10$\bar{1}$1) wie bei Calcit, aber keine Zwillingsbildung. — Farblos, oft durch

fein verteiltes Brauneisen gelblich. Lichtbrechung wenig höher als Calcit: $\omega_{na} = 1{,}682$, $\varepsilon_{na} = 1{,}503$; Doppelbrechung etwas stärker: $\omega - \varepsilon = 0{,}179$. Optisch negativ. Polarisationsfarben und Achsenbild wie Calcit.

Chemische Zusammensetzung: $CaMgC_2O_6$, oft mit Beimengung des isomorphen $FeCO_3$. Von Essigsäure und kalter verdünnter HCl nicht merklich angreifbar, in heißer HCl unter Brausen löslich.

Spez. Gew.: 2,85—2,95. — *H.:* 3,5—4,5.

Über die Unterscheidung von Calcit siehe diesen.

NEPHELIN (u. ELÄOLITH)

Form: Gedrungene, scheinbar holoëdrische Prismen: $(10\bar{1}0)$·(0001); Durchschnitte $\perp$ c sind Sechsecke, $\parallel$ c kurze Rechtecke, fast Quadrate. Recht deutlich im Phonolith vom Spitzberg bei Brüx (Nordböhmen) neben grünem Ägirin und ebenfalls farblosen, aber langgestreckten Sanidinleistchen. Die größeren Nephelinschnitte zeigen nicht selten eine unvollkommene Spaltbarkeit nach (0001), auch wohl nach $(10\bar{1}0)$ und enthalten neben spärlichen winzigen Flüssigkeits- und Gaseinschlüssen ganz blaßgrüne bis farblose Augitmikrolithen parallel der Umgrenzung eingelagert (Fig. 32); bei kleinen Individuen erkennt man dies erst bei stärkerer Vergrößerung deutlich. Ähnliches zeigen auch viele andere nephelinitoide Phonolithe. Manchmal treten die Durchnitte infolge einer Umrahmung durch grüne Ägirinsäulchen besonders deutlich hervor. — Ohne kristallographische Begrenzung, die Lücken zwischen den anderen Gemengteilen erfüllend, sitzt Nephelin im doleritischen Nephelinit des Löbauer Berges, wo er, wie auch im Ijolith, eine farblose, infolge beginnender Umwandlung von einzelnen trüben Striemen durchzogene Masse bildet. Ebenso, nur in kleinerem Maßstabe (als sogenannte „Nephelinfülle"), findet er sich in Nephelinbasalten und Nephelinbasaniten, wo er u. d. M. bald ohne weiteres als farblose Zwischenmasse erkennbar ist (Nephelinbasalt vom Löbauer Berge), bald so spärlich und versteckt auftritt (be-

Fig. 32. Nephelin in Phonolith. Vergr. 30

sonders in trachytoiden Phonolithen, in vielen Nephelinbasaniten und Nephelintephriten), daß seine Wahrnehmung erst durch Tinktion möglich wird (siehe unten).

Optisches: Farblos. Brechungsexponenten niedrig: $\omega_{na} = 1{,}542$, $\varepsilon_{na} = 1{,}538$; kein Relief. Doppelbrechung sehr schwach: $\omega - \varepsilon = 0{,}004$, daher die niederen graublauen Farben am Anfange der ersten Ordnung; in sehr dünnen Schnitten ist die Doppelbrechung nur durch Prüfung mit Gips festzustellen; dabei zeigt sich, daß ihr Charakter negativ ist: $c = \mathfrak{a}$ (S. 38). Basisschnitte geben im konvergenten Lichte kaum ein verwaschenes Kreuz, keinen Ring.

Chemisches: Ungefähr $NaAlSiO_4$ mit etwas K, hält ca. 45 SiO_2, 34,5 Al_2O_3, 15,5 Na_2O, 4,6 K_2O. Von HCl unter Abscheidung von Kieselsäuregelatine leicht zersetzbar; aus einem Tropfen der Lösung kristallisieren beim Eindunsten auf einem Objektträger reichlich Kochsalzwürfelchen. Bedeckt man den Schliff kurze Zeit mit einer dünnen Schicht verdünnter HCl, die man schwach erwärmen kann, so bildet sich über dem Nephelin eine dünne Gelatinehaut, welche sich intensiv färbt, wenn man nach vorsichtigem Abspülen in Wasser eine verdünnte Lösung von Fuchsin oder Methylviolett darüber ausbreitet, 1—2 Stunden stehen läßt und den überschüssigen Farbstoff durch kurzes Wässern entfernt. Durch diese Tinktion erst tritt in vielen Fällen die Verbreitung des Nephelins in manchen Gesteinen zu Tage (siehe oben). Doch muß man dabei im Auge behalten, daß auch alle anderen mit HCl gelatinierenden Mineralien dieselbe Reaktion ergeben (Haüyn, Sodalith, Olivin, Zeolithe u. a.). — Mit Kieselflußsäure würde man die hexagonalen Kriställchen des Kieselfluornatriums erhalten (Fig. 33). — Bei der Verwitterung wandelt sich der Nephelin oft in zeolithische Nadelbüschel (Natrolith) um, seltener in Analcim (z. B. in Teschenit), auch in Cancrinit.

Fig. 33

Spez. Gew.: 2,58—2,64. *H.:* 5,5—6.

Unter *Eläolith* begreift man die im Handstücke meist rötlich, grün oder bräunlich gefärbten fettglänzenden Varietäten. Er bildet bald Kristalle (z. B. im Foyait von Poços de Caldas in Brasilien,

reich an verschiedenartigen Einschlüssen, Gasporen, Flüssigkeitseinschlüsse, Pyroxen, Hornblende, Apatit, bald Körner, wie in anderen Eläolithsyeniten. — Optisches Verhalten, chemische Zusammensetzung, Reaktionen, spez. Gewicht, Härte und Umwandlung wie Nephelin. V. d. L. leicht schmelzbar (Nephelin schwer).

Unterscheidung: Von Orthoklas durch den Mangel der Zwillingsbildung, stets gerade Auslöschung in Längsschnitten und besonders durch die isotropen Basisschnitte und die Löslichkeit in HCl.

Anmerkung: *Gieseckit* und *Liebenerit*, welch letzterer z. B. in dem roten Liebeneritporphyr von Viezena bei Predazzo als ölgrüne Einsprenglinge auftritt, sind Pseudomorphosen von sehr feinschuppigem Muscovit nach Eläolith, wie die Dünnschliffe namentlich im polarisierten Lichte zeigen.

CANCRINIT

Wasserhelle, kurz- oder langprismatische Individuen, gewöhnlich ohne terminale Flächen; ebenso häufig Körner; z. B. im Eläolithsyenit von Miask, woselbst sich die vollkommene Spaltbarkeit nach $(10\bar{1}0)$ in scharfen Rissen ausspricht. Die lebhaften Polarisationsfarben (um Rot erster Ordnung herum, oft höher) unterscheiden ihn leicht von den anderen farblosen Gemengteilen desselben Gesteins, bei welchen sie Gelb erster Ordnung (in guten Schliffen) nicht erreichen. $\omega = 1{,}524$, $\varepsilon = 1{,}496$. Doppelbrechung negativ ($c = a$) und $\omega - \varepsilon = 0{,}028$. Basisschnitte geben im konvergenten Lichte ein scharfes Kreuz und den ersten Ring (im Verein mit den hohen Polarisationsfarben ein wichtiges Unterscheidungsmittel von Eläolith). — In Eläolithsyeniten nicht selten; als gelbe, im Schliffe fast farblose Individuen im Eläolithsyenit von Litchfield; im Cancrinitsyenit (mit grünem Ägirin) von Särna in Dalekarlien ersetzt er den Eläolith vollständig.

Chemische Zusammensetzung: $H_3Na_4Al_4(SiO_4)_4CO_4$ mit Gehalt an Cl. Wird von kalter HCl unter Austreibung von CO_2 und Bildung von Kieselsäuregelatine zersetzt, auch von Oxalsäure unter Abscheidung von Calciumoxalat gelöst. Beim Glühen trübt er sich (Unterschied von Nephelin, welcher dabei klar bleibt).

Spez. Gew.: 2,42—2,46. *H.:* 5—5,5.

APATIT

Form: Gewöhnlich lang prismatisch von der scheinbar holoëdrischen Kombination $(10\bar{1}0 \cdot 10\bar{1}1)$, dazu mitunter (0001). Basisschnitte sechseckig, Längsschnitte meist lang leistenförmig; an letzteren charakteristische Querabsonderung nach (0001). Deutlich im Dolerit des Löbauer Berges, wo er manchmal wahre Nester im farblosen Nephelin bildet, auch die braunvioletten Titanaugite durchsetzt. Parallel der c-Achse findet sich nicht selten dunkle Glas- oder Schlackenmasse eingelagert (Fig. 34, *b*); in Basisschnitten tritt sie als runde oder sechseckige Flecke aus, die vom Apatit manch-

mal nur einen schmalen Rand übrig läßt. Große Apatite, infolge zahlreicher winziger Einschlüsse wie grau bestäubt aussehend, enthalten Eifeler Leucitphonolithe (Perlerkopf, Rieden); braunbestäubte finden sich vereinzelt, aber recht konstant in basaltischen Nephelintephriten. Kurze, dicke Säulchen enthalten u. a. sächsische Syenite. Als kleine Nädelchen (Fig. 34, *a*) liegen sie im Quarz der Granite, des Tonalit, durchspicken die braunen Biotittafeln der Granite, Minetten, vieler Kersantite, sind reichlich im Monzonit Südtirols, überall zu den ersten Festwerdungsprodukten gehörig, und fehlen auch im Gneis, in feldspatführenden Amphiboliten und zahlreichen anderen Gesteinen nicht.

Optisches: Farblos im Schliffe, durch massenhafte Einschlüsse manchmal grau oder braun. $\omega_{na} = 1{,}646$, $\varepsilon_{na} = 1{,}642$; geringes Relief und das grelle Weiß besonders der Basisschnitte. Doppelbrechung schwach: $\omega - \varepsilon = 0{,}004$; graue Polarisationsfarben am Anfange der ersten Ordnung. Bei der Prüfung mit dem Gipsblättchen erweisen sie sich als optisch negativ. Basisschnitte geben im konvergenten Lichte ein unscharfes Kreuz, keinen Ring.

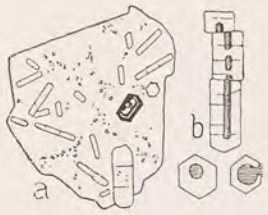


Fig. 34

Chemisches: $(F\,Cl)\,Ca_5\,P_3O_{12}$ mit 40,93–42,26 P_2O_5. In Säuren leicht löslich ohne Bildung von Kieselsäuregelatine (Unterschied von Nephelin). Trotz der leichten Angreifbarkeit im Gestein stets frisch.

Spez. Gew.: 3,17—3,23. *H.:* 5.

Unterscheidung: Vor einer Verwechselung der großen bestäubten Basisschnitte mit Haüyn schützt das Vorhandensein zugehöriger doppelbrechender Längsschnitte, auch das Achsenbild. Nephelin bildet nicht so lange Prismen.

TURMALIN

Form: Rhomboëdrisch-hemimorph; bisweilen wohlbegrenzte Kriställchen, öfter Stengel ohne terminale Flächen, auch Körner. Keine Spaltbarkeit; nur regellose Sprünge. In Turmalinquarziten und Turmalinschiefern liegen die Säulchen im dichten Gewimmel, bisweilen von divergentstrahligen größeren Individuen begleitet. Im Turmalingranit mit schlechter Kristallbegrenzung, als die einzigen farbigen Gemengteile leicht aufzufinden (Fig. 35). Im tur-

malinführenden Granit von Eibenstock makroskopisch als radialstengelige „Turmalinsonnen".

Optisches: In braunen oder blauen Farben durchsichtig, nicht selten zonarer Farbenwechsel (besonders in Basisschnitten deutlich). Ausgezeichneter Pleochroismus: Hell, wenn die c-Achse parallel der Schwingungsrichtung (dem Hauptschnitt) des Polarisators geht, dunkel senkrecht dazu. Hierdurch kann man umgekehrt für sein Instrument ein für allemal die Schwingungsebene des unteren Nicols feststellen; man kann sich dazu auch eines der vielen feinstreifigen Biotitschnitte in einem Granit bedienen; dann fällt jene Ebene mit den Spaltrissen des Biotits zusammen, wenn dieser am dunkelsten ist. — Zur Ermittelung des Pleochroismus entfernt man den Analysator, dreht das Turmalinsäulchen so, daß seine c-Achse und dann seine a-Achse mit dem Nicolhauptschnitte zusammenfällt und notiert die jedesmal erscheinende Farbe. Man würde erhalten: c (d. i. $\mathfrak{a}$ oder *E*) blaßblau bis farblos, a (d. i. $\mathfrak{c}$ oder *O*) tiefblau. Basisschnitte, in welchen nur a-Achsen zur Geltung kommen, zeigen natürlich keine Farbendifferenz beim Drehen. Der Pleochroismus läßt Turmalinsäulchen auch dann noch leicht erkennen, wenn sie klein und vereinzelt vorkommen, wie z. B. in vielen Andalusit-Cordierithornfelsen (Kirchberg, Hohwald u. a). — $\omega_{na} = 1.640$, $\varepsilon_{na} = 1{,}620$; Relief schwach. Doppelbrechung bedeutend: $\omega - \varepsilon = 0{,}02$, die Polarisationsfarben (erste Hälfte der zweiten Ordnung) meist von der Eigenfarbe mehr oder weniger verdeckt. Basisschnitte zeigen im konvergenten Lichte ein scharfes Kreuz, an welchem sich der negative Charakter der Doppelbrechung feststellen läßt (S. 29).

Fig. 35. Turmalinquarzit. Cornwall. Vergr. 40

Chemisches: Zusammensetzung schwankend; ungefähr 38 % SiO_2, 9—11 BO_2, 32—34 Al_2O_3, 3—17 FeO, 3 % Alkalien, 0,5 F, 3 % H_2O. Von Säuren (auch HF) nicht angreifbar.

Spez. Gew.: 3,0—3,24. *H.:* 7—7,5.

EISENGLANZ (HÄMATIT)

Charakteristisch ist die gelbe bis blutrote Farbe der dünnen sechsseitigen Täfelchen (Eisenglimmer), wie sie z. B. das färbende Element im roten Carnallit bilden und aus diesem leicht durch Lösen eines Stückes in Wasser gewonnen werden können. Von gleicher Farbe findet man sie neben undurchsichtigem, nicht kristallographisch begrenztem Eisenglanz im Eisenglimmerschiefer, in beiden Fällen mit lebhaftem Metallglanz im auffallenden Lichte. — Meist sekundär und daher so oft auf Spalten der Quarze, Feldspate, Glimmer usw. weitverbreitet in roten Graniten und Syeniten, in Melaphyren und kristallinen Schiefern. — n = ca. 1,98. Hohe Polarisationsfarben, aber von der Eigenfarbe verdeckt.

Chemische Zusammensetzung: Fe_2O_3. Nur langsam löslich in HCl, viel schwerer als Magneteisen.

Spez. Gew.: 5,2—5,3. *H.:* 6.

KORUND

Prismatische oder spitz pyramidale, auch tafelige Formen. Im Kyschtymit als beiderseits sich verjüngende Säulchen mit unregelmäßigen Quersprüngen und von blauer Farbe, die aber nicht gleichmäßig, sondern fleckig, streifig, oft zentral oder zonar über den Durchschnitt verteilt ist. Lichtbrechung stark: $\omega_{na} = 1{,}769$, $\varepsilon_{na} = 1{,}760$; deutliches Relief und runzelige Oberfläche. Doppelbrechung gering: $\omega - \varepsilon = 0{,}009$ (wie Quarz). Basisschnitte geben im konvergenten Lichte ein Kreuz, keine Ringe. Doppelbrechung negativ. Pleochroismus hier deutlich: c (d. i. a oder *E*) meergrün, a (d. i. c oder *O*) himmelblau. — Als blaßblaue Körner neben Magnetit im Smirgel. Zur Beobachtung rührt man das feine Pulver (oder käuflichen Schleifsmirgel) in einen Tropfen gekochten Kanadabalsam und legt ein Deckglas auf. — Hin und wieder in kontaktmetamorphen Einschlüssen mancher Eifeler Andesite (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1890, 55), des Tonalits (ebendas. 526), des Kersantits von Michaelstein im Harz.

Chemische Zusammensetzung: Al_2O_3. Von Säuren und geschmolzenem Alkalikarbonat nicht angreifbar und dadurch leicht zu isolieren. Aufschließbar durch Schmelzen mit Kaliumbisulfat.

Spez. Gew.: 3,9—4,0. *H.:* 9.

IV. RHOMBISCHE MINERALIEN.

Zwei optische Achsen bilden den Winkel 2 V (véritable) = eigentlicher Achsenwinkel im Kristall selbst, 2 E (évident) in Luft, 2 H (huile) in Öl, dessen Wert für die verschiedenen Spektralfarben wechselt, und zwar ist diese Dispersion bald $\varrho < v$, bald $\varrho > v$, immer aber symmetrisch. Die Achsenebene ist stets eins der drei Pinakoide und die darauf Senkrechte (die optische Normale), sowie die beiden Winkelhalbierenden (spitze und stumpfe Bisektrix) fallen mit den drei kristallographischen Achsen zusammen. In diesen Richtungen existieren drei verschiedene Werte für die Lichtbrechung; die optische Normale ist die Achse mittlerer Elastizität (b), die

spitze Bisektrix bald die der kleinsten (c), das Mineral dann optisch positiv, bald die der größten (a), das Mineral negativ doppelbrechend. Von den drei Brechungsexponenten (α für a, β für b, γ für c) kommen die wichtigsten beiden, α und γ, in der Achsenebene zur Geltung. Gefärbte Mineralien zeigen drei Achsenfarben (Trichroismus).

Die Auslöschung im parallelen Lichte erfolgt nach den drei Elastizitätsachsen (Bisektrizen und optische Normale) und ist in allen Schnitten der drei Hauptzonen gerade. Im konvergenten Lichte geben Schnitte ⊥ auf eine Bisektrix das Interferenzbild zweiachsiger Kristalle mit disymmetrischer Farbenverteilung, welches je nach der Größe des Achsenwinkels ganz oder (häufiger) nur zum Teil im Gesichtsfelde liegt. Ein schwarzes Kreuz erscheint, wenn die Achsenebene mit einem Nicolhauptschnitte zusammenfällt, und öffnet sich bei der Drehung des Präparates in zwei Hyperbeln (Fig. 36). Schnitte ⊥ auf eine optische Achse löschen im parallelen Lichte unter + Nic. infolge der „inneren konischen Refraktion“ nie völlig aus und zeigen im konvergenten Lichte nur einen dunklen Balken, der sich beim Drehen des Schliffes unter Krümmung ebenfalls dreht und gestreckt erscheint, wenn die Achsenebene des Minerals mit einem Nicolhauptschnitte zusammenfällt. Siehe hierüber wie über das Verhalten geneigter Schnitte Fig. 37.

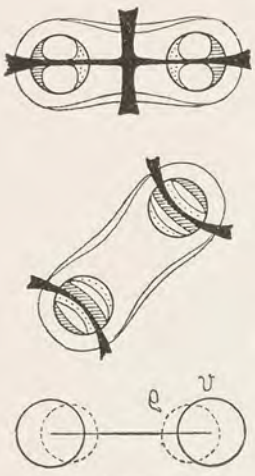


Fig. 36

OLIVIN

Form: Kurzprismatische, oft nach dem Makropinakoid abgeplattete Kristalle von der Kombination (100)·(010)·(110)·(001)·(101)·(021)·(111), wie Fig. 38, *a*; im Gestein häufiger ohne (100), (111) und (001), wie Fig. 38, *b*. — (110) = 130° 3′, (101) — 76° 54′, (021) = 80° 54′. — Spaltbarkeit vollkommen nach (010), unvollkommen nach (100). — Weitverbreitet als wasserhelle, oft infolge beginnender Zersetzung mit grünen oder rotbraunen Rändern und Adern versehene Durchschnitte in Dünnschliffen vieler Basalte. An Einschlüssen führen diese Olivine besonders winzige, bei starker Vergrößerung braun durchscheinende Picotitoktaëderchen, runde oder schlauchförmige Flüssigkeitseinschlüsse oft in ganzen Flächenzügen;

auch Gasporen und Glaseinschlüsse kommen vor. Verbreitet sind weitgehende Verunstaltungen der Form durch magmatische Korrosion.

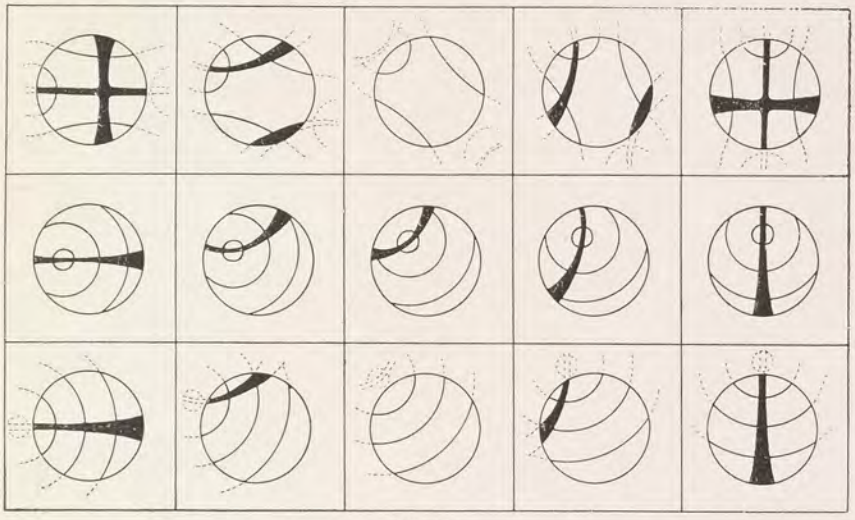
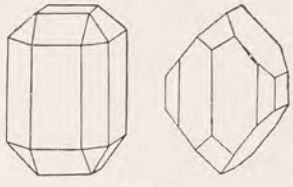


Fig. 37
Obere Reihe: Fast zentraler (senkrechter) Bisektrizenaustritt.
Mittlere „ : Wenig schiefer Achsenaustritt,
Untere „ : Schiefer Achsenaustritt.

Abweichend von der üblichen Ausbildungsweise finden sich besonders in oberflächlichen Partien basaltischer Ergußmassen Olivine, die nach der a-Achse langgestreckt und als Hohlformen gebaut sind. Dabei geht von beiden Enden des Stabes eine glaserfüllte Pyramide nach dem Mittelpunkte des Kristalls, welche durch Querwände noch weiter gegliedert sein kann. So entstehen Olivine mit symmetrisch angeordneten Glaseinschlüssen, wie sie Fig. 39 aus Plagioklasbasalt von der Bouvet-Insel im südlichsten Atlantischen Ozean zeigt.



a Fig. 38 *b*

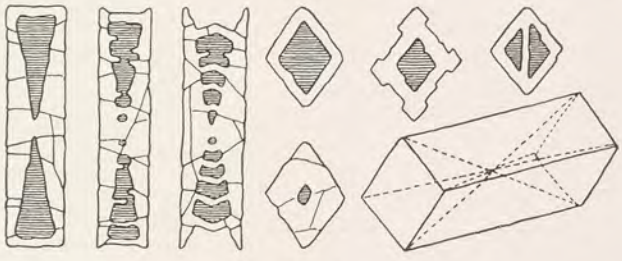


Fig. 39

Ohne kristallographische Begrenzung sitzt der Olivin in Olivindiabas; hier ist er randlich von kleinen Eisenerzkörnchen erfüllt und von Strängen solcher durchzogen und dadurch im Schliffe leicht von dem farblosen Plagioklas und dem blaßbräunlichen Augit

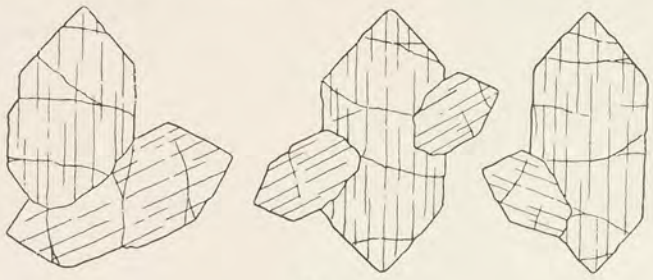


Fig. 40

zu unterscheiden. Ganz ähnlich findet er sich auch im Olivingabbro (Volpersdorf, Le Prese, skandinavische Vorkommnisse), wo er mitunter eine große Menge feiner, schwarzer oder braun durchscheinender Nädelchen enthält. — Körnige Aggregate bildet der Olivin im Lherzolith, im Dunit, in den Olivinknollen der Basalte. Über die seltenen skelettartigen Wachstumsformen (besonders in sehr glasreichen Basalten) siehe Kreutz: Min. u. petr. Mitteil. 1885, VI, 142.

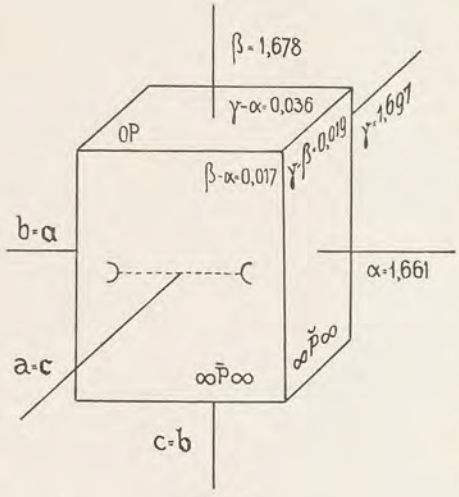


Fig. 41

Zwillinge von Olivin, als Berührungs- oder Durchkreuzungszwillinge ausgebildet, werden angegeben nach (012) mit c : c = ca. 33°; nach (011) = ca. 61°; nach (021) = ca. 81°; nach (110) mit b : b = ca. 51°; nach (120) = ca. 86°; s. Fig. 40. Die Brachydomenzwillinge bestimmt man in Schnitten nach (100), die Prismenzwillinge in Schnitten nach (001).

Optisches: Im Handstücke flaschenglasgrün, im Schliffe meist völlig farblos. Achsenebene ist (001), die Brachydiagonale a spitze Bisektrix und zwar Achse der kleinsten Elastizität (c), der Olivin demnach optisch positiv und a = c, b = a, c = b (Fig. 41); Licht-

brechung bedeutend, mit der chemischen Zusammensetzung wechselnd, β bei Fayalit 1,864, bei Forsterit 1,659, im Mittel etwa $\alpha = 1{,}705$, $\beta = 1{,}727$, $\gamma = 1{,}744$, daher deutliches Relief und runzelige Oberfläche. Doppelbrechung stark, $\gamma - \alpha$ im Durchschnitt 0,039; das gibt (in Basisschnitten) Polarisationsfarben aus der zweiten Ordnung. In Schnitten $\parallel (010)$ beträgt die Differenz $\gamma - \beta = 0{,}017$, in Schnitten nach (100) ist $\beta - \alpha = 0{,}022$ (Fig. 41).

Wie man sieht, haben Schnitte nach den beiden vertikalen Pinakoiden eine nur etwa halb so große Differenz ihrer Brechungsexponenten als Basisschnitte und dementsprechend auch niedrigere Polarisationsfarben. Der Achsenwinkel wechselt von $2V = 50°$ bei Fayalit bis $2V = 94°$ bei Forsterit und hält sich bei den meisten gesteinbildenden Olivinen um 90°, so daß man auf (100) im konvergenten Lichte nur den zentralen Teil des Achsenbildes, nicht beide Augen in das Gesichtsfeld bekommt, wenn man in Luft beobachtet. Wegen der Annäherung des Winkels an 90° geben auch Schnitte $\parallel (010)$ (d. i. $\perp$ auf die stumpfe Bisektrix) fast dasselbe Achsenbild.

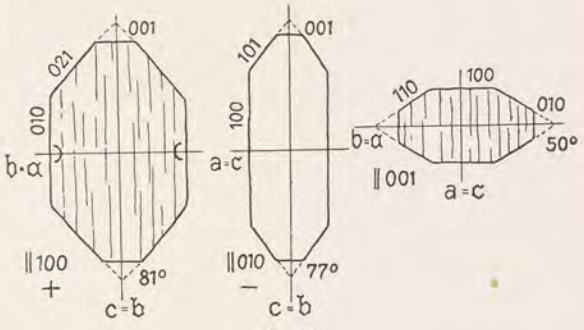


Fig. 42

Die Messung des Achsenwinkels kann u. d. M. nur dann ohne weiteres erfolgen, wenn er so klein ist, daß in der 45°-Stellung beide Hyperbelscheitel noch in das Gesichtsfeld fallen (siehe Muscovit); sonst, und das ist der häufigere Fall, führt man sie an Spaltblättchen oder an $\perp$ auf die spitze Bisektrix des betreffenden Minerals geschliffenen Plättchen im Achsenwinkelapparat derart aus, daß man durch Drehung nacheinander die Austrittspunkte der beiden Achsen ins Gesichtsfeld bringt. Das Maß dieser Drehung gibt den scheinbaren Achsenwinkel an (2 E oder 2 H, je nach der Beobachtung in Luft oder in Öl), aus welchem Werte sich unter Berücksichtigung des mittleren Brechungsexponenten β $\left(\text{eigentlich } \frac{\alpha+\beta+\gamma}{3}\right)$ 2 V berechnen läßt, da $\sin V = \frac{\sin E}{\beta}$.

Zur Erkennung der Schnitte nach den drei Pinakoiden achtet man auf Form, Spaltbarkeit und optische Verhältnisse. Legt man den Kristall Fig. 38, *a* auf S. 49 zugrunde, dann zeigen alle drei Schnitte ähnliche Umrisse (Fig. 42); aber die Zuschärfungslinien bilden bei den basischen Schnitten nur ca. 50° gegenüber 81 bzw.

77° bei den beiden Schnitten nach den vertikalen Pinakoiden. Die Spaltrisse nach (010) fehlen ganz im Schnitte nach dieser Fläche selbst, verlaufen im makropinakoidalen Schnitte längs, im basischen quer; letzterer zeigt viel höhere Polarisationsfarben als die anderen beiden, und gibt im Gegensatze zu ihnen kein Achsenbild. Makro- und brachypinakoidale Schnitte lassen sich leicht dadurch unterscheiden, daß zwar bei beiden die Längsrichtung b ist, die Querrichtung aber bei ersteren a, bei letzteren c. So geschieht es, daß sich Schnitte nach (100) in bezug auf ihre Längsrichtung als optisch +, Schnitte nach (010) als optisch — erweisen, was sich mit dem Gipsblättchen feststellen läßt. Es ist überhaupt für rhombische Mineralien mit (001) als Achsenebene charakteristisch, daß Schnitte aus der vertikalen Zone verschiedenen optischen Charakter in bezug auf ihre Längsrichtung zeigen; ist dagegen die Achsenebene (100) oder (010), so besitzen alle Schnitte ∥ c denselben optischen Charakter (siehe z. B. Andalusit).

Fig. 43

Dispersion schwach $\varrho < v$ bei Mg-reichen, umgekehrt bei Fe-reichen Arten. Dies würde sich bei einem vollständigen Achsenbilde um die spitze Bisektrix darin aussprechen, daß der innerste Ring jedes Auges an seinem dem Mittelpunkte der ganzen Interferenzfigur zugekehrten Teile im ersten Falle gelblich, an dem abgewendeten bläulich erscheint, und daß in der 45°-Stellung jede Hyperbel an ihrer konkaven Seite gelblich, an der konvexen bläulich gesäumt ist, während im zweiten Falle ($\varrho > v$) umgekehrte Farbenverteilung auftritt. — Kein Pleochroismus.

Chemisches: Isomorphe Mischungen von Fe_2SiO_4 (Fayalit) und Mg_2SiO_4 (Forsterit), ersterer mit 29,43 SiO_2 und 70,57 FeO, letzterer mit 42,89 SiO_2 und 57,11 MgO. Enthält bisweilen etwas MnO infolge Zumischung des Tephroit-Moleküls Mn_2SiO_4. — Von warmer HCl, besser noch von H_2SO_4 unter Gelatinieren zersetzt. — Die Verwitterung erfolgt von den Rändern und Spaltrissen aus meist in grünen Serpentin (Fig. 43), wie dies z. B. nassauische Pikrite besonders schön zeigen und auch viele Basalte erkennen lassen. Gleichzeitige Bildung von Eisenoxyden färbt die Umwandlungsprodukte rotbraun; auch entsteht bei fortschreitender Zersetzung aus dem Serpentin Brauneisen, wobei immer Umrisse und Verlauf der Sprünge erhalten bleiben (Basalte, Melaphyre). Seltener erfolgt eine Umsetzung des Olivins in Karbonate (meist $CaCO_3$ durch Zufuhr von Ca),

wobei sich nicht selten gleichzeitig Eisenerze und SiO_2 abscheiden; so z. B. in Melaphyren. Doch unterliegen auch gewisse blaßgrüne Pyroxene derselben Umwandlung (olivinführende Kersantite), und dann ist man auf die Deutung der Umrisse angewiesen. — Hin und wieder geht besonders in Basalten und Melaphyren aus dem Olivin ein braunrotes, glimmerähnliches pleochroitisches Mineral hervor, welches man Iddingsit genannt hat. Selten ist die Umwandlung in grüne, spießige Amphibolmineralien („Pilit"), wie sie u. a. in Kersantiten beobachtet wurde. Eine Umsetzung in Talk schreitet mitunter ebenso wie die in Serpentin von den Sprüngen aus nach (021) vor.

Spez. Gew.: 3,27—3,45. *H.:* 6,5—7.

ANDALUSIT

Form: Prismatisch; (110) · (001), wie die makroskopischen Kristalle von Lisens. Eine gute Spaltbarkeit nach (110) (ca. 91°) liefert in den lang rechteckigen Längsschnitten parallele Längssprünge, die, wie dies auch bei anderen Mineralien der Fall zu sein pflegt, um so deutlicher ausgebildet sind, je dünner der Schnitt vorliegt (besonders an den Rändern des Schliffes); die nahezu quadratischen Querschnitte tragen fast rechtwinkelig sich kreuzende Risse zur Schau, wodurch sie einige Ähnlichkeit mit Basisschnitten heller Pyroxene erhalten. — Als Säulchen, im Handstücke und im Schliffe schon mit bloßem Auge sichtbar, findet man ihn in vielen Andalusit-Glimmerschiefern; u. d. M. erscheinen sie entweder ziemlich kompakt, gern von braunen Biotitschuppen umsäumt und zeigen außer der Spaltbarkeit noch eine gröbere Absonderung ungefähr ∥ (001), wie dies langgestreckte Kriställchen auch sonst tun, oder sie sind von einer Unmasse Quarzkörnchen durchwachsen, so daß er wie siebartig durchlöchert aussieht; dazu kommen noch Einschlüsse von Biotitblättchen und Kohlepartikeln. — In Hornfelsen bildet Andalusit gern Aggregate aus aneinandergereihten länglichen Körnchen, die Reihen bald divergierend (Hohwald, Fig. 44), bald mehr parallel, bald verstümmelte Säulchen und Körneraggregate.

Optisches: Farblos und wasserhell oder blaß rötlich je nach der Lage. Achsenebene ist (010), c = spitze Bisektrix und Achse der größten Elastizität (α), der optische Charakter negativ (Fig. 45). a = c, b = b, c = a. $\alpha = 1{,}632$, $\beta = 1{,}638$, $\gamma = 1{,}643$; daher merkliches Relief. Doppelbrechung etwa wie Quarz: $\gamma - \alpha = 0{,}011$ in

(010), weshalb die Polarisationsfarben nicht über Gelb erster Ordnung hinausgehen. Dagegen $\gamma - \beta = 0{,}005$ in (001), $\beta - \alpha = 0{,}006$ in (100), hier also beträchtlich niedere Polarisationsfarben. Der optische Charakter aller Schnitte aus der vertikalen Zone ist gleich und zwar negativ. $2V =$ ca. 84°, also kein vollständiges Achsenbild im Gesichtsfelde. $\varrho > v$. —

Fig. 44

Pleochroismus meist deutlich: c = b farblos bis ganz blaß grünlich, a morgenrot, fleckenhaft, nicht gleichmäßig über den ganzen Durchschnitt verteilt. Der Farbenwechsel beschränkt sich, wie man sieht, auf Vertikalschnitte und fehlt Basisschnitten; bisweilen ist überhaupt kein Pleochroismus vorhanden. — Um Einschlüsse von Zirkon, Kohlepartikel usw. liegen in Schnitten ∥c blaßgelbe Höfe, wenn c mit der Schwingungsrichtung des Polarisators zusammenfällt.

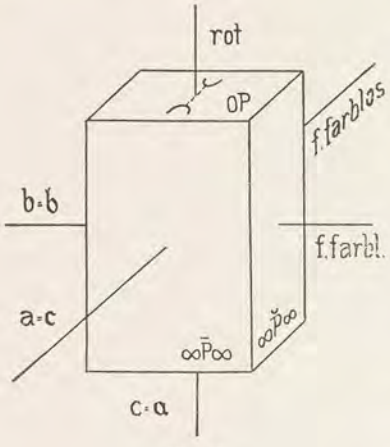


Fig. 45

Chemisches: Al_2SiO_5 mit 37,02 SiO_2 und 62,98 Al_2O_3. Unangreifbar von Säuren (auch HF) und dadurch leicht zu isolieren. Das Pulver wird beim Glühen mit Kobaltsolution blau. — Die Verwitterung ergibt unter Beibehaltung der äußeren Form ein feinschuppiges oder faseriges Aggregat von Muscovit und Kaolin; die Substanz wird dabei trübe bis undurchsichtig.

Spez. Gew.: 3,10 – 3,17. *H.:* 7 – 7,5.

Unterscheidung: Von farblosem monoklinem Pyroxen (Diopsid) durch stets gerade Auslöschung in Längsschnitten und Pleo-

chroismus; von Enstatit, bei welchem c = c, durch den optischen Charakter; von Sillimanit und Zoisit siehe diese.

Von kohliger Substanz erfüllten Andalusit hat man *Chiastolith* genannt. Zum Studium eignen sich die Chiastolithschiefer (Gefrees im Fichtelgebirge). U. d. M. gewahrt man dieselben Bilder, welche z. B. die fingerstarken bretonischen Prismen makroskopisch aufweisen: In Schnitten ⊥ c einen viereckigen dunklen Zentralfleck, von welchem aus in der Richtung der Diagonalen bisweilen dunkle Streifen verlaufen: die kleinen Flecke in den Ecken fehlen meist. Längsschnitte zeigen einen kohleerfüllten zentralen Streifen, der sich in manchen Fällen nach den Enden hin verbreitert (Fig. 46). Wegen der Dünne der Präparate ist die ganze Pigmentierung recht schwach. — Im übrigen wie Andalusit; die geringere Härte (5 und darunter) ist wohl nur eine Folge der meist weit vorgeschrittenen Zersetzung.

Fig. 46

SILLIMANIT

Form: Selten dickere Säulchen mit (110) = 111° und (230) = 88° oder letzterem Prisma allein, ohne Endflächen. Vollkommen spaltbar nach (100). Meist in Strähnen, Büscheln und Haufwerken feiner Nädelchen mit Querabsonderung, an den Enden wie abgebrochen oder in eine Spitze ausgezogen, z. B. im Cordieritgneis in Cordierit- und Quarzkörnern eingewachsen und im Schliffe schon mit bloßem Auge an dem seidenartigen Schimmer der betreffenden Stellen zu erkennen; ferner im Kinzigit, im Sillimanitgneis, Sillimanitquarzit, auch in cordieritführenden Hornfelsen. — Als divergentstrahlige Aggregate in manchen Granuliten (Röhrsdorf in Sachsen u. a.); selten als dickere Säulchen, deren rhombische Querschnitte dann die charakteristische Spaltbarkeit zeigen (manche Einschlüsse in Basalten).

Optisches: Meist weißliche, seidenglänzende faserige Partien und wellige Lagen im Handstücke; im Dünnschliffe farblos, stark lichtbrechend: $\alpha = 1{,}660$, $\beta = 1{,}661$, $\gamma = 1{,}682$ für Na-Licht. $\gamma - \alpha = 0{,}022$, daher die immerhin lebhaften Polarisationsfarben. — Achsenebene ist (100), c die spitze, positive Bisektrix. Basisschnitte geben ein vollständiges Achsenbild mit starker Dispersion $\varrho > v$, da $2E\varrho = 44°$, $2Ev = 37°$ (Unterschied von Andalusit).

Chemische Zusammensetzung: Al_2SiO_5. Verhalten gegen Säuren wie Andalusit.

Spez. Gew.: 3,23—3,24. *H.:* 6—7.

Größere Individuen unterscheidet man von Andalusit und Apatit durch Spaltbarkeit in Basisschnitten und den positiven Charakter der Längsschnitte, von Zoisit durch die lebhaften Farben.

CORDIERIT

Form: Kristalle, hauptsächlich begrenzt von (110) = 119° 10′ und (001), häufig als Durchkreuzungsdrillinge nach (110), wobei die gewöhnlich sechseckigen Basisschnitte in sechs Sektoren zerfallen (Fig. 47); durch gleiche Polarisationsfarbe und gleichzeitige Auslöschung (deren Richtung den Winkel im Zentrum halbiert) erweisen sich je zwei gegenüberliegende Felder als zusammengehörig. Große Drillinge dieser Art finden sich in japanischen Kontaktgesteinen und Auswürflingen, kleinere häufig in Knoten- und Fruchtschiefern, wo sie erst unter + Nic. deutlich hervortreten. Ihr Bau wird bisweilen dadurch recht kompliziert, daß sich die einzelnen Individuen lamellenweise gegenseitig durchdringen; auch verläuft die Zwillingsgrenze mitunter ganz unregelmäßig. Äußerlich ganz gleich sehen Drillinge nach (130) aus, die sich öfter in ein und demselben Gestein neben den vorigen finden und von ihnen nur dadurch zu unterscheiden sind, daß die Auslöschungsrichtung je zweier gegenüberliegender Sektoren ∥ und ⊥ zu einer Zwillingsnaht liegt. — Zwillingslamellen nach (110), deren Austritt auf den Spaltflächen (010) unter der Lupe als feine Riefung erscheint, werden aus dem Cordieritgneis von Twedestrand angegeben.

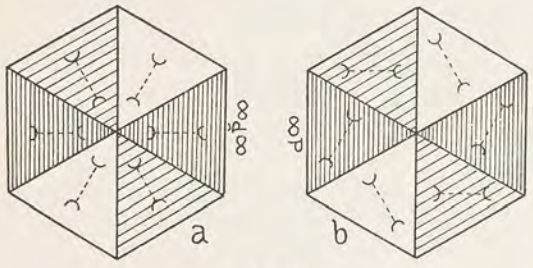


Fig. 47

Zumeist entbehrt der Cordierit kristallographischer Umgrenzung und ist dann leicht mit Quarz zu verwechseln, so z. B. im Cordieritgneis, wo seine violblauen Körner schon im Handstücke auffallen. Im Dünnschliffe farblos, gewöhnlich von Sillimanitnadeln durchschwärmt, führt er oft sechsseitige Biotittäfelchen, auch Zirkonkriställchen, welch letztere in gewisser Stellung gern gelbe Höfe zeigen. Besonders an dünnen Schnitten erkennt man parallele Spaltrisse nach (010).

Körneraggregate bildet der Cordierit in vielen Hornfelsen granitischer Kontakthöfe (Hohwald, Kirchberg), reich an Einschlüssen von Glimmerschüppchen, zahllosen Eisenerzkörnchen, vereinzelten Zirkonkriställchen mit pleochroitischen Höfen, bei flüchtiger Be-

trachtung mit Quarz zu verwechseln. Winzige Cordierite kommen mitunter in der Glasmasse gewisser, von Basalt teilweise eingeschmolzener Sandsteineinschlüsse vor.

In Eruptivgesteinen gilt der Cordierit bald als Ausscheidung aus dem Magma, z. B. in manchen Graniten (sogenannter Rumburggranit der südlichen Lausitz) und Quarzporphyren (Pinitporphyre des Schwarzwaldes), bald als Überrest eingeschmolzener cordieritthaltiger fremder Bruchstücke; dann begleiten ihn gern Spinelle, wie z. B. in Andesiten.

Optisches: Im Dünnschliffe meist farblos, seltener blaßbläulich oder ganz lichtgelblich je nach Lage des Schnittes. $a = \mathfrak{b}$, $b = \mathfrak{c}$, $c = \mathfrak{a}$ (Fig. 48). Brechung niedrig; im Mittel $\alpha = 1{,}543$, $\beta = 1{,}547$, $\gamma = 1{,}549$; weder Relief noch Runzelung. Doppelbrechung etwas geringer als Quarz: $\gamma - \alpha = 0{,}006$ in Schnitten nach (100) mit lichtgrauer oder gelber Farbe erster Ordnung; $\gamma - \beta = 0{,}002$ nach (001), tiefgrau; $\beta - \alpha = 0{,}004$ nach (010). Achsenebene ist (100), 2 E sehr schwankend, $> 65^0$; in konvergentem Lichte eine sehr deutlich zweiachsige, aber nicht vollständige Interferenzfigur auf (001), da c spitze und zwar negative Bisektrix ist ($c = \mathfrak{a}$), wie Längsschnitte bei der Prüfung mit Gips zeigen (S. 38).

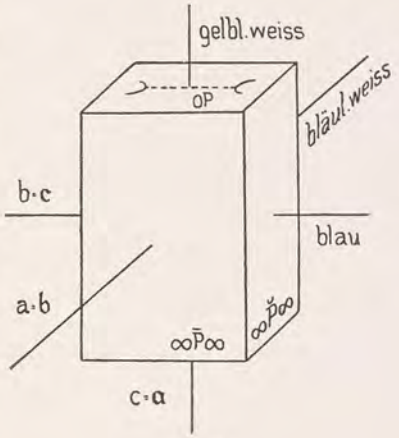


Fig. 48

$\varrho < v$. — Pleochroismus ist im Schliffe oft gar nicht oder kaum wahrzunehmen; wenn vorhanden $a (= \mathfrak{b})$ hellviolblau, $b (= \mathfrak{c})$ bläulichweiß, $c (= \mathfrak{a})$ gelblichweiß, am deutlichsten also in Schnitten $\parallel (100)$, schwächer in solchen nach (010), sehr gering auf (001). Nicht pleochroitischer Cordierit erhält manchmal durch gelindes Glühen (1—2 Minuten) deutlichen Pleochroismus; starkes Glühen zerstört solchen, läßt aber dafür einen nicht minder charakteristischen bräunlichen Farbenton zurück (Unterschied von Quarz, der farblos bleibt). — Um eingewachsene Zirkonkriställchen und andere Einschlüsse erscheinen gelbliche Höfe, wenn die c-Achse des Cordierits mit dem Hauptschnitte des Polarisators zusammenfällt (der Analysator ist bei dieser Prüfung zu entfernen); sie verschwinden bei Drehung um 90^0 und werden ebenso wie z. B. die pleochroitischen Höfe um

eingeschlossene Zirkone in Biotit auf Radiumausstrahlung seitens des Zirkons zurückgeführt.

Chemisches: $H_2Mg_4Al_8Si_{10}O_{37}$ mit 49—50 SiO_2, 32—33 Al_2O_3, 10—12 MgO, dazu wenig Fe und bisweilen Spuren von Mn. Säuren greifen sehr wenig an, verdünnte gar nicht. Mit Kieselflußsäure (wobei man vorteilhaft das Auftragen des Tropfens wiederholt) erhält man lebhaft polarisierende, rhomboëdrische Kriställchen von Kieselfluormagnesium. Die gereinigte Schlifffläche zeigt dann bei stark seitlich verschobenem Spiegel lang rechteckige Ätzfiguren; auch heiße H_2SO_4 ruft sie herver. — Umwandlungsvorgänge sind überaus häufig, gehen von den Sprüngen aus (Cordieritgneis, Kinzigit) und führen zur Bildung von Glimmer (meist Muscovit, seltener Biotit, vereinzelt Paragonit) oder Chlorit. Die entstehenden grünen oder bräunlichen, oft faserigen Aggregate haben verschiedene Namen erhalten, die sich z. T. decken: Aspasiolith, Bonsdorffit, Chlorophyllit, Esmarkit, Fahlunit, Gigantolith, Huronit, Iberit, Oosit, Pinit, Prasiolith, Pyrargyllit, Weissit usw. Gareiss schlägt vor, die Umwandlungsprodukte je nach dem Vorwiegen von Glimmer oder Chlorit und dem Fehlen oder Vorhandensein einer basischen Absonderung unter folgende vier Namen unterzubringen:

	Mit Absonderung nach (001)	Ohne Absonderung nach (001)
vorwiegend Glimmer	Gigantolith	Pinit
vorwiegend Chlorit	Chlorophyllit	Prasiolith

Spez. Gew.: 2,59—2,66. *H.:* 7—7,5

Unterscheidung: Von Quarz durch Pleochroismus, pleochroitische Höfe, zweiachsiges Interferenzbild, Spaltbarkeit, Mg-Reaktion, Zersetzungserscheinungen.

ZOISIT

Form: Säulchen, gewöhnlich nur in der Prismenzone begrenzt durch (110) = 116° 26', dazu meist (010), öfter noch Brachy- und Makroprismen. Durchschnitte ∥ c Leisten, ⊥ c Rhomben, Sechsecke, mitunter auch Trapeze, wenn nämlich an dem einen Ende der Makrodiagonale (010), am andern außerdem (110) auftritt. In Längsschnitten, großen Apatiten ähnlich, findet sich Zoisit reichlich in Zoisitamphiboliten des Erzgebirges, wie Fig. 49; neben hellgrüner Hornblende. Eine vollkommene Spaltbarkeit verläuft nach (010), eine recht unvollkommene ∥ (100); mehr in die Augen fallen flach gebogene Sprünge einer Absonderung ungefähr nach (001). Außer

spärlichen Flüssigkeitseinschlüssen führen sie manchmal langzylindrische Hohlräume (‖c), auch wohl vereinzelte blaßgrüne Hornblendenädelchen. Gleiche Ausbildung zeigt der Zoisit mancher Eklogite (Saualpe; Fichtelgebirge usw.), begleitet von grünem Omphacit und von Granat. Fein verfilzter Zoisit bildet einen Hauptteil des Saussurit genannten Umwandlungsproduktes von Plagioklasen im Saussuritgabbro (Wurlitz bei Hof, Frankenstein in Schlesien, Korsika u. a.).

Optisches: Farblos und wasserhell. Brechung hoch: $\alpha_{na} = 1{,}700$, $\beta_{na} = 1{,}703$, $\gamma_{na} = 1{,}706$; daher deutliches Relief. Doppelbrechung schwach: $\gamma - \alpha = 0{,}006$. Achsenebene ist häufiger (010), d. i. ‖ der vollkommensten Spaltbarkeit (Zoisit α), weniger oft (001), also ⊥ zu den Spaltrissen (Zoisit β), an größeren Individuen oft an verschiedenen Stellen wechselnd. Immer aber ist a spitze positive Bisektrix, im ersten Falle also a = c, b = b, c = a, im zweiten Falle a = c, b = a, c = b. Zoisit α zeigt in Schnitten nach (100) lavendelblaue Polarisationsfarben, in allen anderen normale graue, Zoisit β niemals das Lavendelblau. — 2 E geht von fast 0 — 100°, ist bei Zoisit α gewöhnlich klein, bei Zoisit β größer, die Dispersion im ersten Falle $\varrho < v$, im zweiten umgekehrt, immer recht stark. — Pleochroismus fehlt.

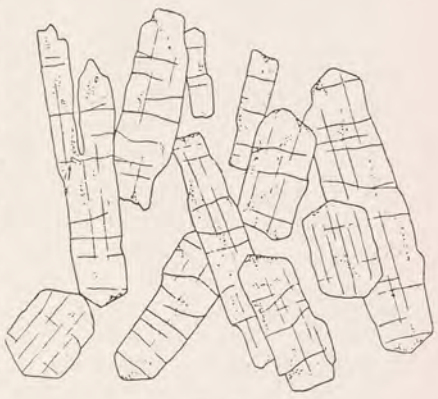


Fig. 49

Chemisches: $HCa_2Al_3Si_3O_{13}$ mit 39,65 SiO_2, 33,73 Al_2O_3, 24,64 CaO, 1,98 H_2O, auch mit geringem Gehalt an Fe (d. i. auch die Zusammensetzung des Epidot). Ungeglüht von Säuren nicht angreifbar; schmilzt leicht unter Aufschäumen und wird dann von Säuren unter Gelatinieren rasch zersetzt. In der salzsauren Lösung läßt sich Ca nachweisen (S. 21). In schwefelsaurer Lösung entstehen auf Zusatz eines winzigen Körnchens CsCl zum Probetropfen farblose, ziemlich große Kriställchen von Cäsiumalaun, (111) oder (111)·(100), in stark verdünnten Lösungen erst beim Eindunsten; d. i. die Reaktion auf Al. Konzentrierte Lösungen liefern dendritische Wachstumsformen; einen Überschuß von H_2SO_4, welcher die Bildung der Kriställchen hemmt, stumpft man mit Natriumazetat ab. — Umwandlungserscheinungen fehlen.

Spez. Gew.: 3,25—3,36. *H.:* 6—6,5.

Unterscheidung: Von Adalusit durch Spaltbarkeit in Basisschnitten, Interferenzfigur auf (100), Fehlen des Pleochroismus und durch Ca-Nachweis. Von großen Apatiten durch Achsenbild und Unlöslichkeit in Säuren, auch durch den Mangel zugehöriger isotroper Basisschnitte. Von Klinozoisit siehe diesen.

STAUROLITH

Form: Fast immer Kristalle, kürzer oder länger säulenförmig, vorwiegend begrenzt von (110) = 129° 20′, (001), dazu schmal meist (010), wie sie makroskopisch neben Cyanit im Paragonitschiefer liegen (Fig. 50, *a*). Längsschnitte nach (100) sind dann breitere, nach (010) schmälere Rechtecke, Basisschnitte Rhomben oder Sechsecke mit zwei kurzen Seiten. Die Spaltbarkeit nach (010) ist bald gut, bald gar nicht wahrnehmbar. Die Zwillingsbildung erfolgt nach denselben zwei Gesetzen, welche auch an makroskopischen Vorkommnissen weit verbreitet sind: Nach (032), wobei sich zwei Individuen fast rechtwinklig durchkreuzen (50, *b*), oder nach (232), wobei die c-Achsen ca. 60° bilden (Fig. 50, *c*). Der Glimmerschiefer von Astos d'Oo in den Pyrenäen zeigt solche Schnitte, erfüllt von einer großen Menge Quarzkörner; auch andere Glimmerschiefer sowie Gneise enthalten hin und wieder Staurolith; Eruptivgesteinen fehlt er.

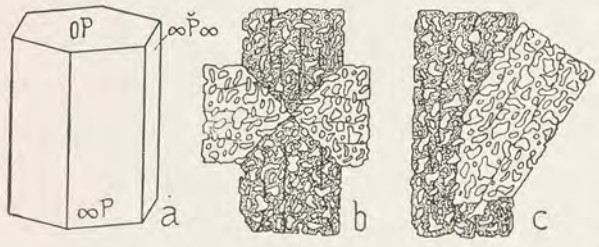


Fig. 50

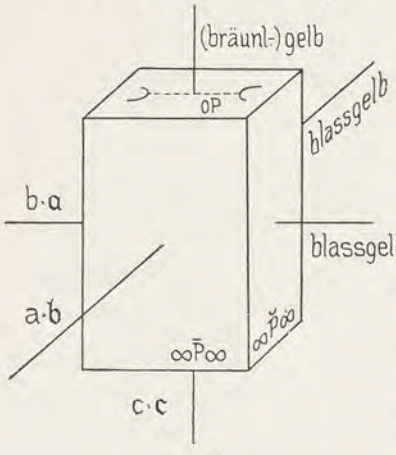


Fig. 51

Optisches: Im Schliffe gelb oder rötlichbraun. Brechung stark: $\alpha = 1{,}736$, $\beta = 1{,}741$, $\gamma = 1{,}746$; daher beträchtliches Relief und Runzelung der Oberfläche. Doppelbrechung mäßig: $\gamma - \alpha = 0{,}01$ auf (100), Polarisationsfarben wie Quarz; auf den anderen beiden Pinakoiden (Differenz je 0,005) merklich niedrigere Farben. Achsenebene ist (100), c spitze positive Bisektrix, a = b, b = a, c = c, 2 V ca. 89°, die Dispersion schwach: $\varrho > v$. Pleochroismus im Schliffe nicht bedeutend: c gelblich bis licht rötlichbraun. b = a hellgelb mit grünlichem Stich; er zeigt sich also in Längsschnitten, nicht in basischen (Fig. 51).

Chemische Zusammensetzung annähernd $HFeAl_5Si_2O_{13}$ mit 26,32 SiO_2, 55,92 Al_2O_3, 15,79 FeO, 1,97 H_2O. Von Säuren (auch HF) unangreifbar.

Spez. Gew.: 3,34—3,77. — *H.:* 7—7,5.

TOPAS

Form: Meist Kriställchen von ähnlicher Form, wie sie z. B. die makroskopischen vom Schneckenstein im Vogtlande zeigen: (110)·(120)·(001), dazu wohl (021) und (111). Querschnitte sind demnach ungefähr rhombisch, Längsschnitte gedrungen leistenförmig mit dachartiger Endigung; in letzteren tritt auch die vollkommene Spaltbarkeit nach (001) hervor. So findet sich Topas im Quarzbrockenfels vom Schneckenstein und im topasierten Quarzporphyr vom Saubachtale, beide im sächsischen Vogtlande, ferner im Greisen, auch in Lithionitgraniten (Greifenstein im Erzgebirge, wie Fig. 52; Wilzschhaus bei Eibenstock), in wasserhellen, farblosen Durchschnitten (auch in kleinen rundum ausgebildeten Kriställchen), welche vom Quarz auf den ersten Blick durch ihr deutliches Relief zu unterscheiden sind. — Flüssigkeitseinschlüsse von meist sehr unregelmäßiger Gestalt sind häufig, darunter solche flüssiger CO_2 (S. 36), auch würfelführende (Schneckenstein).

Fig. 52

Optisches: Lichtbrechung: $\alpha_{na}=1{,}612$, $\beta_{na}=1{,}614$, $\gamma_{na}=1{,}621$; Relief merklich. Doppelbrechung wie Quarz: $\gamma-\alpha=0{,}009$ auf (010), $\gamma-\beta=0{,}007$ auf (100), $\beta-\alpha=0{,}002$ auf (001), wo das dunkle Grau vom Anfange der ersten Ordnung erscheint. Achsenebene ist (010), c spitze positive Bisektrix, $a=\mathfrak{a}$, $b=\mathfrak{b}$, $c=\mathfrak{c}$. 2 E schwankt von 70 bis 120°, nicht selten an verschiedenen Platten desselben Kristalls. — Dispersion ziemlich stark: $\varrho>v$. Pleochroismus fehlt im Schliffe.

Chemische Zusammensetzung: $Al_6Si_3O_{12}F_6$ mit 36,61 SiO_2, 55,44 Al_2O_3, 20,65 F, wenn hydroxylfrei. Von Säuren (auch HF) nicht angreifbar. Umwandlungen in Kaolin oder Muscovit sind nur selten wahrnehmbar.

Spez. Gew.: 3,52 – 3,46. *H.:* 8.

Die Unterscheidung von Quarz, welcher ebenso wasserhell ist und die gleichen Polarisationsfarben zeigt, wird hauptsächlich ermöglicht durch die parallelen Spaltrisse, die Prüfung im konvergenten Lichte und die Unlöslichkeit in HF.

NATROLITH

In manchen Basalten und Phonolithen Blasenräume ganz oder teilweise erfüllend und dann schon dem bloßen Auge als schneeweiße, selten gelbe (Hohentwiel), faserige, seidenglänzende Aggregate erscheinend. Im Schliffe farblos, bei feiner Faserung trübe, bei gröberer wasserhell. Radialfaserige Aggregate zeigen unter + Nic. ein fixes schwarzes Kreuz, dessen Arme denen des Fadenkreuzes parallel liegen. Brechung niedrig: $n_{na}=1{,}481$; Doppelbrechung: $\gamma-\alpha=0{,}013$, gelbe und graue Farben erster Ordnung. Achsenebene ist (010), die Längsrichtung der Fasern c = spitze positive Bisektrix; zur Wahrnehmung des Achsenbildes auf (001) — 2 V = 62° — und der Spaltbarkeit nach (110) = ca. 91° sind die Fasern meist zu dünn. Auslöschung in Längsschnitten ∥ c; doch gibt es auch zweifellos monoklinen Natrolith mit einer Auslöschungsschiefe gegen c bis zu 6°.

Chemische Zusammensetzung: $Na_2Al_2Si_3O_{10}+2H_2O$ mit 47,36 SiO_2, 26,86 Al_2O_3, 16,32 Na_2O, 9,46 H_2O; gelatiniert leicht mit HCl, gibt die Na-Reaktion mit Kieselflußsäure (S. 43). Immer sekundär und aus der Zersetzung von Nephelin hervorgegangen. Aus Haüyn und Sodalith entstandener Epinatrolith unterscheidet sich von Natrolith nur dadurch, daß er als Pulver von höchstens 0,1 mm Korngröße nach 10 Sekunden langem Glühen (dunkler Rotglut) mit 10 % $AgNO_3$ und 20 % K_2CrO_4 keine Färbung zeigt, während Natrolith orangerot wird.

Spez. Gew.: 2,17—2,26.

Eine Verwechselung ist möglich mit Chalcedon (der aber optisch negativ und unlöslich in HCl ist), sowie mit folgenden beiden Zeolithen:

THOMSONIT, der in denselben Gesteinen als Mandelerfüllung in gleichfalls strahligen bis blätterigen Aggregaten auftritt, farblos, meist mit guter Spaltbarkeit nach den vertikalen Pinakoiden, nicht selten basische Querabsonderung, welche dem Natrolith im Schliffe fehlt. Brechung gering: $n=1{,}508$, aber Doppelbrechung stark: $\gamma-\alpha=0{,}028$, d. i. am stärksten von allen Zeolithen; daher auch die lebhaften Polarisationsfarben (Unterschied von Natrolith). Achsenebene ist (001), b die spitze positive Bisektrix, so daß sich Schnitte nach (100) wie optisch negative, solche nach (010) wie positive einachsige Kristalle bei der Prüfung mit Gips verhalten und bei radialstrahligen Aggregaten dann in demselben Quadranten gelbe und blaue Büschel auftreten. — $2V=54°$ für Rot. Dispersion stark: $\varrho<v$.

Chemische Zusammensetzung: $(CaNa_2)_2Al_2Si_2O_8+5H_2O$. Gelatiniert mit HCl. In der Lösung ist Ca nachzuweisen (S. 21).

Spez. Gew.: 2,31—2,38.

SKOLECIT, in Vorkommen, Aggregation, Brechung und Polarisationsfarben dem Natrolith täuschend ähnlich; bei diesem monoklinen Zeolith bildet aber die spitze negative Bisektrix mit der c-Achse einen Winkel von 15—17°.

Chemische Zusammensetzung: $CaAl_2Si_3O_{10}+3H_2O$.

Spez. Gew.: 2,2—2,4.

Schiefe Auslöschung, negativer Charakter und Ca-Gehalt dienen zur Unterscheidung von Natrolith.

BROOKIT

Form: Kleine Täfelchen nach (100), auf dieser Fläche gestreift, mit Randflächen (besonders Prisma und Pyramide), seltener nadelförmig. Findet sich, wohl aus dem Titangehalt des dunklen Glimmers entstanden, in zersetztem Granit (z. B. Steinbach im Odenwalde) und Gneis, auch in manchen Sandsteinen und Dolomiten. Vgl. Thürach in Verh. d. phys.-med. Ges. Würzburg, 1884 und in Mitteil. d. Bad. geol. Landesanst. 1895.

Optisches: Braunrot mit metallartigem Diamantglanz; im Schliffe rötlichbraun bis gelblich. Sehr stark licht- und doppelbrechend: $\alpha=2{,}583$, $\beta=2{,}586$, $\gamma=2{,}741$ für Na-Licht. $\gamma-\alpha=0{,}158$, aber $\beta-\alpha$ nur 0,003. Charakteristisch ist die verschiedene Lage der Achsenebene für verschiedene Farben: für Rot und Gelb = (001), für Grün und Blau = (010). Dies läßt sich bei Benutzung einer starken Lichtquelle (Glühlampe), eines roten und eines blauen Glases feststellen. — a ist für alle Farben spitze, positive Bisektrix. — $2E=$ ca. 58° für Rot.

Chemisches: TiO_2 mit 1,5—4,5 % Fe_2O_3. Reaktionen wie Rutil.

Spez. Gew.: 3,8—4,1. *H.:* 5,5—6.

Unterscheidung: Von Rutil gewöhnlich durch die Tafelform. — Zum Verwechseln ähnlich ist der Pseudobrookit, $Fe_4(TiO_4)_3$, in manchen Andesiten (z. B. vom Aranyer Berg in Siebenbürgen) und Trachyten; doch ist bei ihm (001) für alle Farben Achsenebene, und heiße, konzentrierte H_2SO_4 zersetzt ihn.

Spez. Gew.: 4,4—4,98. *H.:* 6.

ANHYDRIT

Form: Als Kriställchen, die wesentlich von den drei Pinakoiden begrenzt werden, findet sich Anhydrit einzeln oder gruppenweise oft in Steinsalz eingewachsen; als körnige oder stengelige Aggregate von garbenartiger oder divergentstrahliger Gruppierung bildet er das Anhydritgestein; in Anhydritschnüren des Steinsalzes erscheinen außer Kriställchen z. T. lange, skelettartige Nadeln oder winzige, dicht aneinandergereihte Körnchen. Vollkommen spaltbar nach (001), fast ebenso gut nach (010), etwas weniger nach (100). Nicht selten eingeschaltete Zwillingslamellen nach (101) = $96^1/_2{}^\circ$ halbieren in Schnitten (010) annähernd die Winkel der Spaltrisse.

Optisches: Weiß, grau, rötlich oder bläulich, im Schliffe farblos. Lichtbrechung gering: $\alpha = 1{,}569$, $\beta = 1{,}575$, $\gamma = 1{,}613$; Doppelbrechung stark: $\gamma - \alpha = 0{,}044$. Achsenebene ist (010), spitze positive Bisektrix a; $2E = 71^1/_2{}^\circ$; Spaltblättchen nach (100) zeigen ein vollständiges Achsenbild.

Chemisches: $CaSO_4$ mit 41,16 % CaO. Das feine Pulver wird von HCl sehr schwer, von konzentrierter H_2SO_4 leichter gelöst. — Wandelt sich durch Wasseraufnahme in Gips um.

Spez. Gew.: 2,9—3,0. *H.:* 3—3,5.

Unterscheidung von Gips durch die stets gerade Auslöschung und die höheren Polarisationsfarben, bleibt beim Erhitzen klar, Gips wird trübe. Von Kieserit und Polyhalit durch Form, rechtwinkelige Spaltbarkeit und gerade Auslöschung.

CARNALLIT

Bildet meist grobkörnige Aggregate; Kristallkörner nach allen drei Richtungen gleichmäßig entwickelt oder wenig nach der a-Achse gestreckt, ohne Spaltbarkeit, fast immer mit Zwillingslamellen, nach (110), die sich in Basisschnitten unter nahezu 120° kreuzen. Im Schliffe farblos, von niedriger Lichtbrechung, α 1,467, β 1,475, γ 1,494, stark doppelbrechend, $\gamma - \alpha = 0{,}037$, meist mit roten oder gelben Eisenglanzschüppchen neben Flüssigkeits- und Gaseinschlüssen versehen. Achsenebene ist (010), a die spitze, positive Bisektrix, der Achsenwinkel groß, $2E = 115°$.

Chemische Zusammensetzung: $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ mit 34,2 $MgCl_2$, 26,8 KCl, 39 H_2O. Leicht löslich in Wasser, in feuchter Luft zerfließlich.

Spez. Gew.: 1,60. *H.:* 2—2,5.

Unterscheidet sich von Anhydrit durch Form, Mangel der Spaltbarkeit, großen Achsenwinkel und Löslichkeit; sonst durch seine Zwillingslamellen gut charakterisiert.

RHOMBISCHE PYROXENE

Die drei hierher gehörigen Mineralien Enstatit, Bronzit und Hypersthen haben unter sich (und mit den monoklinen Pyroxenen)

das Prisma von 87—88° gemeinsam, nach welchem sie vorwiegend auch spalten; der Unterschied ist durch verschiedenen Fe-Gehalt bedingt, mit welchem spez. Gewicht, Härte, Farbe, Pleochroismus, Achsenwinkel, allem Anscheine nach auch Brechung und Doppelbrechung in gesetzmäßiger Weise wechseln.

ENSTATIT

Form: Kleine Kristalle, vorwiegend begrenzt von (100)·(010)·(110) und Pyramidenflächen. Schnitte ⊥ zu c sind annähernd quadratisch oder gedrungen rechteckig mit abgestumpften Ecken, ∥ c kurz leistenförmig mit dachartiger Zuschärfung an beiden Enden. So liegen sie mit blaßgrünlicher Farbe oder nahezu farblos in frischen Enstatitporphyriten als mikroporphyrische Ausscheidungen. Basisschnitte zeigen scheinbar rechtwinkelig sich kreuzende, den kurzen Abstumpfungen der Ecken — (110) — parallel laufende Spaltrisse, Längsschnitte solche parallel den längeren Kanten (∥ c), daneben eine Querabsonderung annähernd nach (001).

Ohne Kristallumgrenzung, meist in blätterigen Aggregaten findet sich Enstatit in nichteffusiven Gesteinen. Neben der prismatischen Spaltbarkeit tritt dann in wechselnder Vollkommenheit, seltener herrschend, eine solche nach den vertikalen Pinakoiden, besonders (010) auf. Man erkennt den Charakter der Spaltbarkeit in Basisschnitten daran, daß die Auslöschungsrichtung mit der pinakoidalen zusammenfällt, den Winkel der prismatischen halbiert. Der Enstatitfels aus dem Radautale im Harz zeigt diese Verhältnisse; im Handstücke zeigen die hellbräunlichen bis grünlichgelben Enstatite starken Perlmutterglanz auf den Spaltflächen, im Dünnschliffe eine Faserung ∥ c in Längsschnitten, als ob lauter dünne Stengel parallel miteinander verwachsen seien. — Häufig ist Enstatit von Lamellen eines monoklinen Pyroxens derart durchwachsen, daß (100) des ersteren und (010) des letzteren parallel liegen. Auf brachypinakoidalen Schnitten des Enstatit, woselbst beide Mineralien gerade auslöschen, ist eine derartige Verwachsung im polarisierten Lichte nicht wahrzunehmen; auf (100) dagegen löschen die Lamellen des monoklinen Pyroxens schief aus (ca. 40°), oder sie erscheinen hell, wenn die des Enstatit auf Dunkel stehen (manche in Olivinknollen aus Basalten). Diese Verwachsungen sinken mitunter zu großer Feinheit herab. — Über eingelagerte winzige fremde Blättchen siehe Bronzit.

Optisches: Im Schliffe fast farblos, blaß grünlich oder gelblich; von mittlerer Brechung: $\alpha = 1{,}665$, $\beta = 1{,}669$, $\gamma = 1{,}674$. Doppelbrechung nicht stark: $\gamma - \alpha = 0{,}009$ auf (010); auf (100), wo $\gamma - \beta = 0{,}005$, und auf (001), wo $\beta - \alpha = 0{,}004$, erscheinen niedrigere Farben. Die Achsenebene ist (010), c = spitze positive Bisektrix, demnach a = a, b = b, c = c (Fig. 53). 2H = etwa 47°, so daß man in Basisschnitten in Öl ein deutliches Achsenbild erhält. Dispersion schwach: $\varrho < v$. — Pleochroismus nicht merklich.

Chemisches: $MgSiO_3$ mit geringem Gehalt an FeO (0—5 %); von HCl gar nicht, von HF kaum angreifbar. — Die Umwandlung erfolgt vorzugsweise in blätterigen Serpentin, Bastit genannt (siehe unten), wobei die Zersetzung von den Spaltrissen, in Kriställchen besonders von der basischen Zerklüftung ausgeht, bisweilen auch in Talk.

Spez. Gew.: 3,1—3.29. *H.:* 5,5.

Unterscheidung: Von Bronzit, mit welchem er durch Übergänge verbunden ist, mit Sicherheit nur durch Feststellung des Gehaltes an FeO; von Hypersthen durch Mangel an Pleochroismus und Lage der spitzen Bisektrix. Monokline Pyroxene löschen in allen Schnitten, die nicht der orthodiagonalen Zone angehören, schief aus, zeigen höhere Polarisationsfarben und in Basisschnitten randlichen Austritt einer Achse, nicht einer Bisektrix im konvergenten Lichte.

BASTIT, die Pseudomorphose von grünem oder gelblichem Serpentin nach Enstatit und Bronzit, zeigt wie diese vollkommene Spaltbarkeit nach (010), unvollkommene nach (110) = ca. 87°. Von Bedeutung für die Unterscheidung von den Muttermineralien, mit welchen er gleiche Mikrostruktur, Einschlüsse und Polarisationsfarben aufweist, ist die abweichende optische Orien-

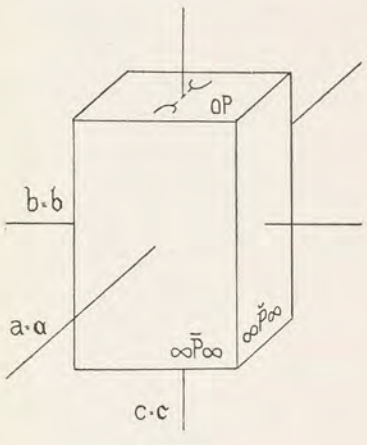


Fig. 53

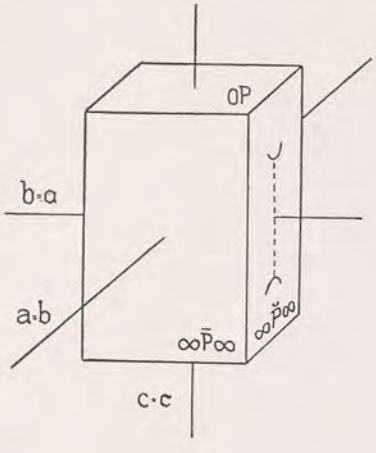


Fig. 54

tierung: Achsenebene ist (100), b = negative spitze Bisektrix, a = b, b = a, c = c (Fig. 54). Im konvergenten Lichte geben also Schnitte oder Spaltblättchen nach (010) ein Achsenbild, welches bei der wechselnden Größe des Winkels (20 bis fast 90°) bald schon in Luft, meist erst in Öl zu übersehen ist; Enstatit und Bronzit zeigen auf dieser Fläche überhaupt keins. — Dispersion schwach, aber deutlich $\varrho > v$. — So im Schillerfels von der Baste im Harz, im Handstücke als messinggelb glänzende, von schwarzgrünen Serpentinkörnern durchbrochene Partien makroskopisch sichtbar; ähnlich bei Todtmoos im Schwarzwalde; auch die kleinen Kriställchen von Enstatit (und Bronzit) mancher Melaphyre (Hohenstein bei Ilfeld am Harz) und Enstatitporphyrite (Schneidemüllerkopf in Thüringen) sind in Bastit umgewandelt.

Chemische Zusammensetzung wie Serpentin. d. i. etwa $H_4Mg_3Si_2O_9$, darin Mg in wechselnder Menge durch Fe vertreten, bisweilen mit Gehalt an Cr. Von heißer H_2SO_4 leicht und vollständig unter Gelatinieren zersetzbar, ein Unterschied von Enstatit und Bronzit, ebenso das geringere *spez. Gew.*: 2,6—2,8. — *H.:* 3,5—4.

BRONZIT

Form: Zweifache Ausbildung wie Enstatit: Kleine Kriställchen von der dort angegebenen Kombination in den gleichen Effusivgesteinen. U. d. M. nicht von Enstatit zu trennen. — Blätterige Massen ohne Kristallumgrenzung finden sich in größeren Partien (Kupferberg in Schlesien, Kraubat in Steiermark), als kleinere in Bronzitserpentin und in Noriten. U. d. M. erscheinen Längsschnitte meist faserig nach c, zwischen den Stengeln manchmal lange, dünne, kanalförmige Hohlräume, die mit Brauneisen erfüllt sein können, desgleichen die bei Enstatit erwähnten Verwachsungen mit Lamellen monoklinen Pyroxens in der gleichen Anordnung und auch jene winzigen gelblich braunen, vorwiegend ∥ (010) gelagerten Lamellen, welche den Schiller erzeugen.

Optisches: Farbe im Schliffe, Brechung, Doppelbrechung, Achsenebene und Verteilung der Achsen wie bei Enstatit; spitze Bisektrix ist aber nur bei einem FeO-Gehalte unter 10 % = c und dann positiv, bei eisenreicheren = a und negativ (wie bei Hypersthen). Achsenwinkel um c wechselnd, 2H meist 58—78°, auch größer. — Pleochroismus schwach, nur bei eisenreichen etwas deutlicher: c graugrünlich, a = b graugelblich.

Chemisches: $(Mg \cdot Fe)SiO_3$ mit 6—13 % FeO. Verhalten gegen Säuren, Reaktion und Umwandlung wie Enstatit.

Spez. Gew.: 3—3,5. *H.:* 4—5.

Unterscheidung siehe Enstatit.

HYPERSTHEN

Form: Zweifache Ausbildung wie bei den vorigen: Schlanke Säulchen von der bei Enstatit angegebenen Kombination besonders im Hypersthenandesit verschiedener Fundpunkte als mikroporphyrische Ausscheidungen (daneben meist ebensolche von monoklinem Augit und farblosem, wasserhellem Plagioklas), rötlich oder grünlich je nach der Schnittlage, mit vollkommener Spaltbarkeit nach (110) = ca. 88°, vielfach mit basischer, nicht geradlinig verlaufender Querabsonderung und (abgesehen von Glaseinschlüssen) frei von Einlagerungen.

Ohne kristallographische Begrenzung besonders im Norit und in Pyroxengneisen. Die Spaltbarkeit nach (010) herrscht vor, eine zweite nach (100) tritt untergeordnet hinzu, manchmal auch noch eine dritte nach (110). Der metallische kupferrote Schiller auf

dem Brachypinakoid wird durch rotbraune oder gelbliche Täfelchen hervorgebracht (wahrscheinlich Titaneisen), welche ‖ der erwähnten Fläche gelagert sind und daher in allen anderen Schnitten als mehr oder weniger schmale Leistchen, oft nur strichartig erscheinen. — Eine Faserung in der Richtung der c-Achse, wie sie bei Enstatit und Bronzit Regel ist, fehlt hier meist gänzlich, ebenso die dort erwähnten Verwachsungen mit monoklinem Pyroxen.

Optisches: Grünlich oder rötlich bis rotbraun im Schliffe. Brechung höher als bei Enstatit und Bronzit: $\alpha = 1{,}692$, $\beta = 1{,}702$, $\gamma = 1{,}705$; Doppelbrechung etwas stärker: $\gamma - \alpha = 0{,}013$ in Schnitten nach (010); $\gamma - \beta = 0{,}010$ in (100), $\beta - \alpha$ aber nur 0,003 in (001). Achsenebene ist (010), a = spitze negative Bisektrix, $a = \mathfrak{a}$, $b = \mathfrak{b}$, $c = \mathfrak{c}$ (Fig. 55), $2H = 60 - 100°$. Dispersion deutlich $\varrho > v$. — Pleochroismus recht merklich: $\mathfrak{a}$ braunrot, $\mathfrak{b}$ gelblich, $\mathfrak{c}$ graugrün, tritt also besonders in Vertikalschnitten hervor, am kräftigsten auf (010).

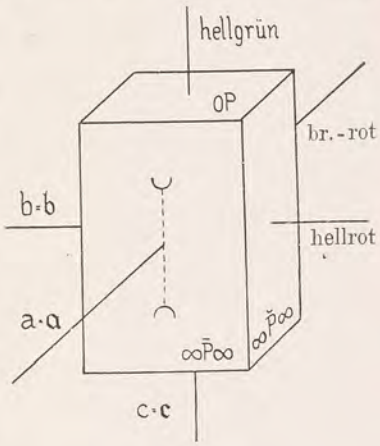


Fig. 55

Chemisches: $(Mg \cdot Fe)SiO_3$ mit mehr als 14 % FeO. Unangreifbar von Säuren. Umwandlung in Bastit ist selten; manchmal entsteht ein Gemenge von Brauneisen und Kieselsäure, auch wohl eine schmutziggrüne bastitähnlich faserige Substanz, wobei dann in Kriställchen die Umwandlung von den Quersprüngen ausgeht.

Spez. Gew.: 3,3—3,4. *H.:* 6.

Unterscheidung: Von Enstatit und Bronzit durch Pleochroismus. Monokline Pyroxene zeigen viel lebhaftere Polarisationsfarben, löschen nur in der orthodiagonalen Zone gerade aus, zeigen auch im konvergenten Lichte auf (100) und (001) nur den Austritt einer einzelnen optischen Achse mit 1—2 Farbenringen, Hypersthen dagegen auf den entsprechenden Flächen Bisektrizenaustritt. Die Trennung von monoklinen Pyroxenen ist besonders wichtig, weil letztere bisweilen in ganz ähnlichen Farben und Formen in ein und demselben Gestein zusammen vorkommen (Pyroxenandesite, Pyroxengranulit).

RHOMBISCHE AMPHIBOLE

Die beiden ziemlich selten vorkommenden Mineralien, Anthophyllit und dessen Tonerde haltende Varietät Gedrit sind gleich den monoklinen Amphibolen durch ein Prisma von ca. 124° charakterisiert.

ANTHOPHYLLIT

Lange und schmale Prismen oder breitere, etwas abgeplattete Stengel im Anthophyllitgneis von Oedegården bei Bamle in Norwegen, lichtbräunlich bis nahezu farblos im Schliffe, ohne terminale Flächen, vorwiegend begrenzt von (110), dazu bisweilen (100), seltener (010). Außer der prismatischen Spaltbarkeit (ca. 125°) tritt mitunter eine ebenso deutliche Absonderung nach (100) auf, gewöhnlich auch eine annähernd basische. — $\alpha = 1{,}633$, $\beta = 1{,}642$, $\gamma = 1{,}657$. Doppelbrechung stark: $\gamma - \alpha = 0{,}024$ auf (010), auf den anderen beiden Pinakoiden geringer. Achsenebene ist (010), c = spitze positive Bisektrix, a = a, b = b, c = c. — Dispersion nicht stark $\varrho < v$ um c. — Pleochroismus bei tiefer gefärbten Varietäten; c lichtnelkenbraun, a = b lichtgelblich bis farblos. — Anthophyllit findet sich auch in divergentstrahligen büscheligen Aggregaten, deren Zwischenräume mit einem kleinkörnigen Quarz-Feldspatgemenge erfüllt sind, als Anthophyllitschiefer, welcher den kontaktmetamorphen Kalkstein von Miltitz bei Meißen begleitet, wird auch mit Aktinolithschiefern vergesellschaftet aus der Gegend von Pirna erwähnt. — Der ganz ähnliche, aber monokline Amphibol-Anthophyllit von Kongsberg und Grönland hat eine Auslöschungsschiefe von ca. 16°, ein anderer schwedischer von 6°.

Chemische Zusammensetzung: $(Mg \cdot Fe)SiO_3$. Von Säuren kaum angreifbar.

Spez. Gew.: 3,18—3,23. — *H.:* 5,5.

GEDRIT findet sich neben grüner Hornblende, braunem Biotit und goldgelbem Rutil im Gedritamphibolit von Hilsen bei Snarum, im Handstücke durch einen kräftig tiefblauen Schimmer auf (100) kenntlich. — Gestaltlich wie Anthophyllit. Die Spaltbarkeit nach (110) überwiegt hier die makropinakoidale; eine Querabsonderung ist weit verbreitet. — Im Schliffe von lichterer Farbe als Anthophyllit, von welchem er außerdem durch geringeren Pleochroismus (c blaßbraun, a = b fast farblos), Tonerdegehalt, Lage der spitzen Bisektrix und geringeres spez. Gew. unterschieden ist. Achsenebene ist zwar gleichfalls (010), aber a = spitze negative Bisektrix; a = a, b = b, c = c. Brechung und Doppelbrechung nur wenig geringer: $\alpha = 1{,}623$, $\beta = 1{,}636$, $\gamma = 1{,}644$, so daß $\gamma - \alpha = 0{,}021$, welches wie immer in der Achsenebene zur Geltung kommt, die Farben aus dem Anfange der zweiten Ordnung ergibt.

Chemische Zusammensetzung wie Anthophyllit, aber mit Al_2O_3 (bis 12 %). Von Säuren nicht merklich angreifbar.

Spez. Gew.: 2,98—3,1.

V. MONOKLINE MINERALIEN

Das Charakteristische liegt in der geneigten a-Achse; nur Schnitte aus der orthodiagonalen Zone sind noch (meist mono-) symmetrisch, die anderen zentrosymmetrisch oder asymmetrisch.

In optischer Hinsicht sind die monoklinen Mineralien dadurch ausgezeichnet, daß nur noch eine der drei Elastizitätsachsen mit einer kristallographischen zusammenfällt und zwar immer mit der Orthodiagonale b. Nur Schnitte der orthodiagonalen Zone löschen gerade aus, alle anderen schief; die Auslöschungsschiefe erreicht in der vertikalen Zone ihr Maximum auf (010) und ist ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel. Achsenebene ist meist (010), $b = \mathfrak{b}$ und die Dispersion, welche hier nicht nur die optischen Achsen, sondern auch die beiden Bisektrizen betrifft, in diesem Falle geneigt (Fig. 56). Seltener steht die Achsenebene senkrecht auf der Sym-

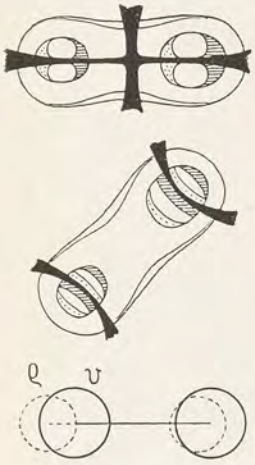


Fig. 56

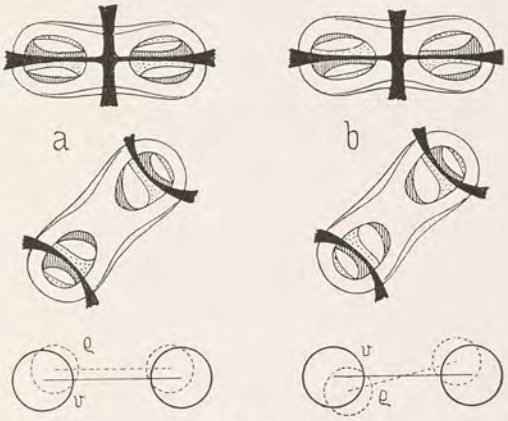


Fig. 57.
Schraffiert = Blau, punktiert = Rot

metrieebene, dann fällt eine der beiden Bisektrizen mit der Orthodiagonale zusammen, und die Dispersion ist gekreuzt (Fig. 57, *b*) um die Bisektrix, welche mit der Orthodiagonale zusammenfällt, horizontal (Fig. 57, *a*) um die andere Bisektrix. — Pleochroitische Mineralien zeigen drei verschiedene Farben, deren Maxima zu allermeist mit den Elastizitätsachsen zusammenfallen.

MONOKLINE PYROXENE

Die Glieder dieser artenreichen Gruppe haber unter sich (und mit den rhombischen Pyroxenen) das Prisma (110) von 87—88° gemeinsam, nach welchem eine vollkommene Spaltbarkeit verläuft. Charakteristisch sind vor allem die achtseitigen Querschnitte der Kristalle (gebildet durch das Prisma und die beiden vertikalen Pinakoide), in welchen jene nahezu rechtwinkelige Spaltbarkeit zum

Ausdruck kommt. — Achsenebene ist immer (010), die Auslöschung auf dieser Fläche aber recht verschieden: c zu c (im stumpfen Winkel β) im Mittel bei Diopsid 38°, gemeinem (basaltischen) Augit 45°, Ägirinaugit 60°, Ägirin 94°. — In chemischer Hinsicht nicht minder wechselvoll gebaute Metasilikate: Die tonerdefreien sind aus den Grundverbindungen $CaMgSi_2O_6$ und $CaFeSi_2O_6$ gemischt; dazu tritt in den tonerdehaltigen Gliedern noch $Mg(Al_2Fe_2)SiO_6$ oder das Alumosilikat RAl_2SiO_6 (R = zweiwertig); einen Na-Gehalt bedingt die Beteiligung des Akmitmoleküls $NaFeSi_2O_6$. Nach der chemischen Zusammensetzung unterscheidet man 1. R_2O_3-haltige (Augitgruppe), 2. R_2O_3-freie oder daran sehr arme (Diopsidgruppe), 3. Natronpyroxene (Ägiringruppe).

GEMEINER (BASALTISCHER) AUGIT

Form: Kurzprismatische Kristalle von der Kombination (110) ·(100)·(010)·(11$\bar{1}$), wie sie z. B. an den größeren Auswürflingen in Basalttuffen des böhmischen Mittelgebirges sehr gut zu erkennen

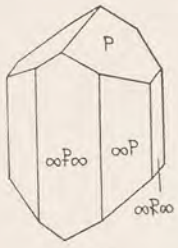


Fig. 58

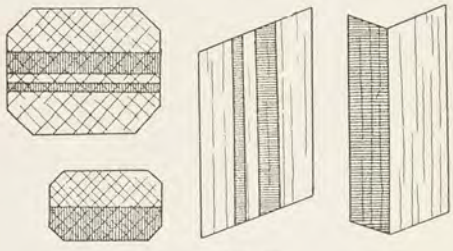


Fig. 59

ist. Die Form der Durchschnitte ⊥ c und nach den beiden vertikalen Pinakoiden sowie den Verlauf der prismatischen Spaltbarkeit (87°) in denselben siehe an einem Modell. Der Winkel ändert sich natürlich mit der Neigung des Schnittes. Dazu kommen unregelmäßige Sprünge. Basaltische Gesteine der verschiedensten Art, besonders solche mit nicht allzugroßen Einsprenglingen, lassen diese und die folgenden Verhältnisse sehr gut erkennen. — Zwillingsbildung nach (100) ist überaus weit verbreitet; bald besteht der Zwilling aus zwei Hälften, bald sind einem größeren Individuum eine oder mehrere, mitunter recht dünne Lamellen in Zwillingsstellung eingeschaltet (Fig. 59). In Schnitten nach (100) kommt diese Erscheinung nicht zur Wahrnehmung; in solchen ⊥ c halbiert die Zwillingsnaht den prismatischen Spaltwinkel, der achtseitige Umriß wird nicht gestört, beide Teile löschen gleichzeitig aus,

zeigen aber bei Drehung des Präparates verschiedene Polarisationsfarben und lassen sich mitunter im gewöhnlichen Lichte schon an einer geringen Verschiedenheit ihrer bräunlichen Eigenfarbe erkennen. Am deutlichsten treten sie auf (010) hervor, mitunter schon durch einen einspringenden Winkel. — Viel seltener ist eine

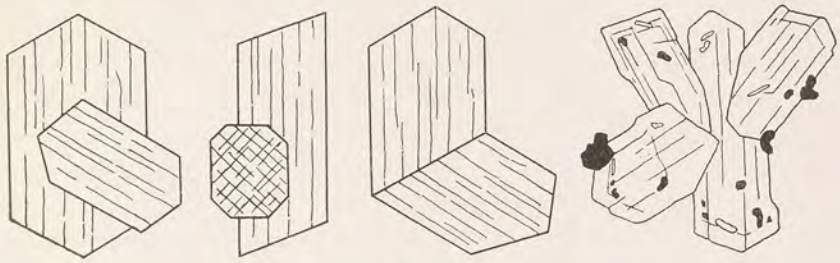


Fig. 60

Durchwachsung zweier Individuen nach (101), deren c-Achsen 81° bilden, oder eine solche nach (12$\bar{2}$), in welchen c : c = ca. 60° resp. 120°; in diesem letzteren Falle liegt meist ein kleineres Individuum halbeingesenkt in einem größeren oder sie sind als Kontaktzwillinge ausgebildet (Fig. 60). — Recht häufig zeigen die Augiteinsprenglinge Zonenbau, meist schon an der etwas abweichenden Färbung der einzelnen Schichten kenntlich, mitunter durch fremde Einlagerungen deutlich gemacht, besonders aber unter + Nic. in der Nähe der Auslöschungsstellung hervortretend. Die Schichten sind manchmal außerordentlich fein und zahlreich und verlaufen gewöhnlich unter sich und den Umrissen des Schnittes parallel; mitunter aber zeigt der Kern — oft grün gefärbt — andere Flächen oder ist ganz unregelmäßig gestaltet (besonders schön und reichlich in Basalten der Umgebung des Laacher Sees und der Eifel). In den sogenannten „Sanduhrformen" (Fig. 61) zerfallen Längsschnitte, die durch das Zentrum gehen, in vier Sektoren, von welchen die beiden in der Richtung der c-Achse liegenden meist heller sind, andere Polarisationsfarben und Auslöschung zeigen. In

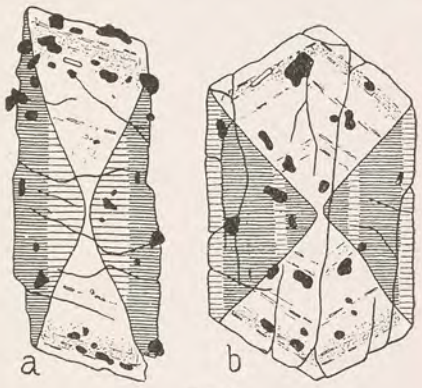


Fig. 61

Schnitten näher der Kristalloberfläche ragen von den kurzen Seiten her zwei Keile mehr oder weniger weit in das Innere. Es handelt sich hierbei um den Absatz einer chemisch etwas abweichend beschaffenen Substanz auf ungleichwertigen Kristallflächen, und die Sektoren sind die Durchschnitte der „Anwachskegel". — Einschlüsse sind zahlreich und sehr verschiedener Art: Magnetitkörnchen und -kriställchen, bald regellos verteilt, bald auf eine randliche Zone beschränkt; Apatitnadeln mit grell weißem sechsseitigen Querschnitt sind seltener und mehr in doleritischen Varietäten zu finden. Glaseinschlüsse, rundlich oder von unregelmäßiger Gestalt sind weit verbreitet, führen nicht selten eins, zwei, auch drei Bläschen und mikrolithische dunkle Ausscheidungen, haben in wenigen Fällen die Form des Augits und erfüllen manchmal den ganzen Kristall mit einem wahren Glasgeäder. In manchen Eifeler Leucitbasalten liegen namentlich an den Rändern der Augitschnitte winzige Leucitkriställchen. Flüssigkeitseinschlüsse (oft flüssige CO_2) sind verhältnismäßig selten, häufiger Gasporen. Die wie Einschlüsse erscheinenden Partien von gleicher Zusammensetzung wie die umgebende basaltische Grundmasse sind wohl meist nur durchschnittene Einstülpungen derselben, wie denn überhaupt Erscheinungen magmatischer Korrosion (S. 20) recht häufig auftreten. Außer den Einsprenglingen findet sich in Basalten der Augit in unzähligen kleinen Säulchen in der Grundmasse. — Grünlichen, diopsidischen Augit enthalten viele Trachyte und Hornblende- oder Glimmerandesite.

Ohne Kristallumgrenzung sitzt der Augit in Diabasen, durch seine im frischen Zustande bräunliche Farbe leicht von den farblosen Plagioklasleisten und vom Olivin (im Olivindiabas) zu unterscheiden. Wenn er nach dem Feldspat festgeworden ist, wird er noch von den Leistchen desselben förmlich zerschnitten und erfüllt die Zwickel zwischen ihnen („ophitische Struktur"), wie z. B. in den schwedischen Diabasen von der Kinnekulle, vom Hunneberge u. a. O. Gelegentlich kommen Verwachsungen mit grüner oder brauner Hornblende derart vor, daß beide Mineralien (010) gemeinsam und c parallel haben.

Optisches: Im Schliffe meist lichtgelblichbraun (gemeiner Augit) oder grünlich (diopsidischer Augit). Über die rötlichvioletten siehe unten Titanaugit. Lichtbrechung stark: $\alpha = 1{,}709$, $\beta = 1{,}715$, $\gamma = 1{,}730$ im Mittel, Doppelbrechung ziemlich stark: $\gamma - \alpha = 0{,}021$, Polarisationsfarben lebhafter als bei rhombischen Pyroxenen. Achsen-

ebene ist (010); die spitze positive Bisektrix (c) bildet mit der Vertikalachse c 40—45° bei diopsidischem, mehr als 45° bei gemeinem Augit im stumpfen Winkel β (Fig. 62). Der weit verbreitete Zonenbau erschwert oft das Bestimmen der Auslöschungsrichtung ganz bedeutend, indem der Schnitt nie in seiner ganzen Ausdehnung zugleich dunkel wird. Differenzen von 10—15° zwischen Kern und Rand sind keine Seltenheit. Der Achsenwinkel 2V ist größer als 45°, meist 50—62°, die Dispersion $\varrho > v$ um die spitze Bisektrix, stärker bei der c nahe liegenden, sehr gering bei der auf (100) austretenden Achse (Unterschied von Diopsid). Schnitte $\perp$ auf eine optische Achse — sie bleiben im parallelen Lichte unter + Nic. gleichmäßig hell — zeigen nur einen Achsenbalken (Fig. 37 auf S. 49) mit einem oder zwei Farbenringen (Unterschied von den rhombischen Pyroxenen); solchen Achsenaustritt zeigen mehr oder weniger randlich die Schnitte nach (100) und $\perp$ zu c, die entsprechenden Schnitte rhombischer Pyroxene aber Bisektrizenaustritt. — Pleochroismus schwach a gelblich, b und c bräunlich, manchmal kaum merkbar, am deutlichsten auf Querschnitten.

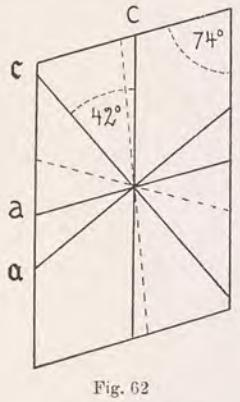


Fig. 62

Chemisches: Mischungen von wesentlich $(Mg \cdot Fe)CaSi_2O_6$ und $(Mg \cdot Fe)(Al \cdot Fe)_2SiO_6$. Von Säuren fast unangreifbar; die Verwitterung liefert faserige oder filzige, grüne, schwach polarisierende Aggregate von Chlorit, in welchen oft kleine Epidotkörnchen von lebhaften Polarisationsfarben, Eisenerze, Calcitpartikel, auch wohl stark lichtbrechende Anataspyramiden liegen; die Umwandlung geht von den Rändern und Sprüngen aus und zehrt schließlich das ganze Individuum auf (Diabase der verschiedensten Fundorte). Im weiteren Verlaufe entsteht aus dem Chlorit ein Gemenge von Brauneisen und Kieselsäure, mitunter von Calcit begleitet. In Trachyten und Andesiten begegnet man mitunter einer Verdrängung der Augite durch Opal und Chalcedon. Über die Umwandlung des Augits in Hornblende s. Uralit.

Spez. Gew.: 3,3—3,5. *H.:* 6.

Das *TITANAUGIT* mit einem Gehalt an TiO_2 bis zu $4^1/_2$ % zeichnet sich im Schliffe bei sonst übereinstimmender Formausbildung, Mikrostruktur und optischer Orientierung durch lebhaft rötlichviolette Farbe aus (Dolerit des Löbauer Berges; nicht selten in anderen Alkalibasalten; schön in Monchiquit). Der Pleo-

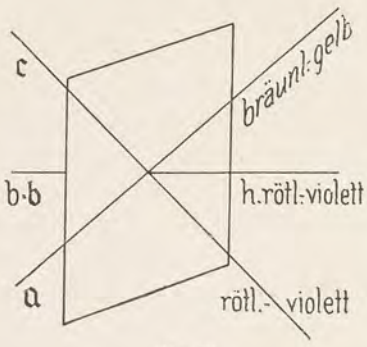


Fig. 63

chroismus ist sehr deutlich: c rötlichviolett, b wenig lichter, a hellbräunlichgelb (Fig. 63). Besonders stark ist die Dispersion; im weißen Lichte erfolgt in Schnitten, welche nicht der orthodiagonalen Zone angehören, keine vollkommene Auslöschung mehr; bei einer Drehung vom Maximum der Dunkelheit aus nach der einen Seite erscheinen lavendelblaue, nach der anderen Seite bräunliche Farben (nicht zu verwechseln mit dem Verhalten von Schnitten ⊥ auf eine optische Achse, welche eine und dieselbe Farbe während der Drehung beibehalten).

OMPHACIT

Immer in Körnern, licht grasgrün im Schliffe und mit prismatischer Spaltbarkeit. Auf Eklogite beschränkt, deren Hauptgemengteil er neben rotem Granat ist. Keinen merklichen Pleochroismus und außer goldgelben bis rotbraunen Rutilsäulchen frei von Einschlüssen. Dagegen kommen manchmal Verwachsungen mit einer sattgrünen Hornblende (Smaragdit) vor, wobei beide Mineralien (010) und c parallel haben; die Hornblende ist an ihrer intensiveren Farbe und der geringeren Auslöschungsschiefe (ca. 15°) kenntlich, welch letztere bei Omphacit 35—45° beträgt. Optische Orientierung, Polarisationsfarben und chemische Zusammensetzung wie gemeiner Augit (Al_2O_3 etwa 9 %).

Spez. Gew.: 3,24—3,3.

DIALLAG

Form: Keine Kristalle. Hauptgemengteil im Gabbro und hier am besten zu studieren. Charakteristisch ist eine sehr deutliche Teilbarkeit nach (100), welche in Schnitten ⊥ c den gewöhnlichen prismatischen Spaltwinkel halbiert (Fig. 64), auf (010) diesen Spaltrissen parallel verläuft. Eine Spaltbarkeit nach dem Klinopinakoid ist meist nur unvollkommen, zuweilen aber besser als die prismatische ausgebildet. Weit verbreitet ist eine feine Zwillingslamellierung nach (001), desgleichen eine Durchwachsung mit dünnen Lamellen eines rhombischen Pyroxens (Bronzit) derart, daß (010) des letzteren mit (100) des Diallags und die Prismenflächen beider zusammenfallen. In Schnitten nach (100) tritt diese Verwachsung unter + Nic. nicht hervor, weil hier beiderlei Lamellen gerade auslöschen, sehr deutlich aber auf (010), wo Bronzit gerade, Diallag mit etwa 40° auslöscht. Längsschnitte sind oft in der Richtung

Fig. 64

der c-Achse faserig, enthalten auch mitunter die bei Enstatit und Bronzit erwähnten lang zylindrischen Hohlräume, bald leer, bald mit verschiedenerlei Zersetzungsprodukten erfüllt. Recht häufig finden sich bräunliche oder dunkle Lamellen, vorwiegend ∥ (100) gelagert, die in anderen Schnitten als dichtgescharte kürzere oder längere Striche erscheinen und den halbmetallischen Schimmer auf den Ablösungsflächen bedingen.

Optisches: Graugrün, seltener bräunlich im Schliffe. Lichtbrechung etwas geringer als Augit: $\alpha = 1{,}679$, $\beta = 1{,}681$, $\gamma = 1{,}703$; Doppelbrechung ebenso stark: $\gamma - \alpha = 0{,}024$ auf (010), $\beta - \alpha$ aber nur 0,002. Achsenebene ist (010); die spitze positive Bisektrix (c) bildet mit c $39 - 40^0$ im stumpfen Winkel β. $2V = $ ca. 59^0, infolge der fast stets begonnenen Wasseraufnahme niedriger (bis 48^0). Auf Spaltblättchen nach (100) tritt randlich eine Achse aus (wichtiges Unterscheidungsmittel von rhombischen Pyroxenen und von Bastit ohne Dünnschliff). — Pleochroismus im Schliffe kaum wahrnehmbar, selten $\mathfrak{a} = \mathfrak{c}$ grünlichgrau, $\mathfrak{b}$ gelblichgrau.

Chemisches: Zusammensetzung wie gemeiner Augit, aber arm an Al_2O_3 (1—4 %), ein Übergangsglied nach dem Diopsid. Die Umwandlung verläuft nach zwei Richtungen hin: Eine wirkliche Zersetzung, bei welcher faserige serpentinartige oder chloritische Produkte (mit Epidot und Calcit) oder seltener schuppige Aggregate von Talk entstehen; häufig aber erfolgt eine Umsetzung in grüne Amphibolmineralien (anscheinend Strahlstein, auch Smaragdit), wobei wohl die Mitwirkung gebirgsbildenden Drucks Voraussetzung ist.

Spez. Gew.: 3,23—3,34. *H.:* 4.

DIOPSID

Form: Säulenförmige Kristalle in Pyroxengraniten (z. B. Laveline in den Vogesen), Glimmersyeniten (Hausach im Schwarzwalde), vielorts in Kersantiten und Minetten, hier manchmal von zahlreichen Apatitnadeln durchspickt; etwas weniger gut begrenzt in manchen augitführenden Dioriten; in Alkali-Tiefengesteinen nicht selten von saftgrünem Ägirinaugit oder Ägirin umwachsen. — Körner in kristallinen Schiefern, besonders pyroxenführenden Gneisen und Amphiboliten; verbreitet in Kalksilikatfelsen. Diese xenomorphe Ausbildungsweise in nichteruptiven Gesteinen wurde Malakolith genannt.

Optisches: Gras- oder lauchgrün, graugrün bis grünlichweiß, seltener dunkelgrün, im Schliffe farblos bis hellgrün, Pleochroismus

meist kaum merklich. Stark licht- und doppelbrechend: $\alpha = 1{,}677$, $\beta = 1{,}683$, $\gamma = 1{,}706$ im Mittel; $\gamma - \alpha = 0{,}029$. Achsenebene ist (010), die Auslöschungsschiefe $c : c = 38 - 44^0$ im stumpfen Winkel β; $2V = 59 - 60^0$, die Dispersion schwach $\varrho > v$, und zwar im Gegensatz zu diopsidischem Augit bei der auf (100) austretenden Achse stärker, bei der nahe an c liegenden kaum merklich.

Chemisches: $(MgFe)CaSi_2O_6$. Nur von HF angreifbar. Die Umwandlung erfolgt gern von den Spaltrissen und von basischen Absonderungssprüngen aus in Serpentin, welchem oft Calcit beigemengt ist (Minetten und Kersantite); bei völliger Umsetzung verweisen dann besonders die achtseitigen Umrisse basischer Schnitte noch deutlich auf das Ursprungsmineral.

CaO-arme Glieder der Diopsidgruppe mit nur 8—15% CaO und 1,5—2,5 % Al_2O_3, öfter reicher an Mg als an Fe, sind die Enstatitaugite (Magnesiumdiopside), schlank prismatisch, farblos im Schliffe, oft mit Streifung nach (001) versehen, in dickeren Schliffen bisweilen schwach pleochroitisch, ähnlich wie Hypersthen, hauptsächlich gekennzeichnet durch den kleinen Achsenwinkel, $2E$ = etwa $20—36^0$, $c : c = 44^0$. Sie finden sich in manchen Diabasen (z. B. vom Kongatypus) nicht selten, auch in manchen echten Plagioklasbasalten und im Eukrit, und wandeln sich leicht in Serpentin oder Chlorit um.

Spez. Gew.: 3,3. *H.:* 5,5—6.

Unterscheidung: Von diopsidischen Augiten mit Sicherheit nur durch chemische Analyse. Omphacit ist auf Eklogite beschränkt. Von grüner Hornblende durch fehlenden Pleochroismus, den Winkel der Spaltrisse in Schnitten $\perp$ zu c und die größere Auslöschungsschiefe, von Epidot und Olivin durch die gleichen Merkmale und durch die Lage der Achsenebene $\parallel$ zu den Spaltrissen in Vertikalschnitten.

ÄGIRIN (u. AKMIT)

Form: Der gesteinbildende Ägirin tritt gewöhnlich in schlanken Säulchen ohne terminale Flächen auf, in der vertikalen Zone begrenzt von (110) = $87^0\,11^0$, (100) und (010), von welchen in der Regel das Orthopinakoid vorwiegt und eine geringe Abplattung bewirkt, während das Klinopinakoid zuweilen ganz fehlt; nicht selten bildet er lange schilfige Stengel (Fig. 65) mit unregelmäßig spießigen Enden, annähernd parallel oder auch divergentstrahlig aggregiert und oft reichlich von kleinen Nephelinrechtecken und -sechsecken

durchwachsen, so in manchen Phonolithen, auch wohl zu morgensternartigen Knäueln vereinigt oder pinselartig an den größeren Gemengteilen sitzend. Kleine gedrungene Säulchen liegen in der Grundmasse der meisten Phonolithe (die großen grünen Schnitte gehören fast alle dem Ägirinaugit an), in der des Ägirintrachyts vom Kühlsbrunnen im Siebengebirge (früher fälschlich als Akmittrachyt bezeichnet), schlanke Säulchen im Grorudit. Größere Individuen finden sich reichlich im Eläolithsyenit von Beemerville, hier mit dem ganz ähnlichen Ägirinaugit sowie mit fast farblosem, diopsidartigen Pyroxen zusammen. An diesen größeren Individuen tritt die vollkommene prismatische Spaltbarkeit hervor, mitunter auch eine ziemlich gute nach (010). In nordamerikanischen Therolithen selbständige kleine Prismen. Einschlüsse und Zwillinge nach (100) sind selten.

Fig. 65 Ägiringarben in Phonolith. Vergr. 20

Optisches: Schwärzlichgrün im Handstücke, saftgrün oder grünlichgelb im Dünnschliffe je nach der Schnittlage. Lichtbrechung höher als bei den übrigen Pyroxenen: Im Mittel $\alpha = 1{,}767, \beta = 1{,}802, \gamma = 1{,}815$. Doppelbrechung stark: $\gamma - \alpha = 0{,}048$; daher höhere Polarisationsfarben als die anderen Glieder der Familie; doch wird in einigermaßen dickeren Schnitten die Lebhaftigkeit der Farben durch die Eigenfarbe abgestumpft oder verdeckt. Achsenebene ist (010), die der Vertikalen c zunächst liegende Elastizitätsachse hier aber die negative spitze Bisektrix (a), welche mit c etwa $3^1/_2$ bis 4° im stumpfen Winkel β bildet (Fig. 66). $2V =$ ca. 62°; die

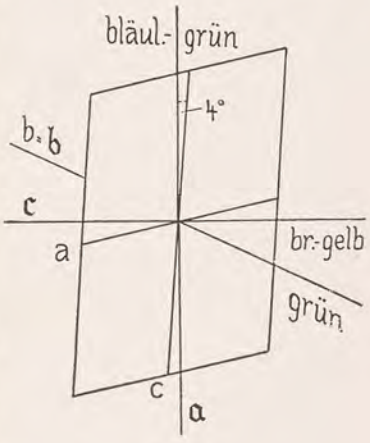


Fig. 66

Dispersion $\varrho > v$ ist deutlich: a : c für Rot 3° 30′, für Grün 4° 58′; deshalb treten in Schnitten, die nicht der orthodiagonalen Zone angehören, die bei Titanaugit (S. 74) beschriebenen Erscheinungen auf. Der geneigte Charakter der Dispersion kommt in Schnitten ⊥ auf die spitze Bisektrix sehr deutlich in der verschiedenen Intensität der Farbensäume an den Hyperbeln (bei Diagonalstellung) zum Ausdruck. Pleochroismus kräftig: a saftgrün, b gelblichgrün, c bräunlichgelb.

Chemisches: $NaFeSi_2O_6$. Von Säuren nur wenig angreifbar. V. d. L. leicht schmelzbar zu glänzend schwarzer magnetischer Perle unter starker Na-Färbung der Flamme. Umwandlungserscheinungen fehlen bei dem gesteinbildenden Ägirin.

Spez. Gew.: 3,5 — 3,6. *H.:* 6 (und darüber).

Unterscheidung von Hornblende und Ägirinaugit s. letzteren.

AKMIT ist viel seltener als Ägirin, mit welchem er in chemischer Zusammensetzung, Lichtbrechung und optischer Orientierung übereinstimmt; er unterscheidet sich von ihm durch etwas größere Auslöschungsschiefe (a : c = $5^1/_2$ — 6°), braune Farbe im Schliff (a dunkelbraun, b und c bräunlichgrün) und durch häufigere Zwillingsbildung nach (100). — Findet sich spärlich in Eläolithsyeniten (Eger und Brevig in Norwegen).

ÄGIRINAUGIT

Meist gedrungene Säulchen, welche wesentlich die Formen des Augits zeigen, grün wie Ägirin, mit dem er in Lichtbrechung und Polarisationsfarben übereinstimmt, aber viel größere Verbreitung besitzt: Mikroporphyrisch in rundum ausgebildeten Kristallen in zahlreichen Phonolithen; in großer Menge im Leucitphonolith von Rieden am Laacher See, im Haüynophyr von Melfi (Italien), im Ijolith (Äs auf Alnö). Nicht selten umschließt er einen Kern von gemeinem oder Titanaugit oder von Diopsid, während er selbst randlich in Ägirin übergeht, wie die Auslöschungsschiefe zeigt. — Achsenebene ist (010), die der Vertikalen c zunächst liegende Elastizitätsachse (wie bei Ägirin) a, ihre Neigung gegen c aber in der Regel kleiner als 35° im spitzen Winkel β (Fig. 67), die Bisektrizendispersion merklich. — Pleochroismus stark: a grasgrün, b saftgrün, c gelblich oder bräunlichgelb mit grünlichem Stich.

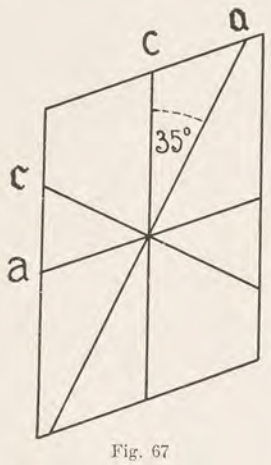


Fig. 67

Chemische Zusammensetzung wie gemeiner Augit mit beträchtlichem Na-Gehalt (5—8,5 % Na_2O), d. i. mit starker Beimengung des Akmitmoleküls.

Unterscheidung: Von Ägirin durch die Auslöschungsschiefe; von grüner Hornblende durch die fast rechtwinkelige Spaltbarkeit in Querschnitten (bei Hornblende 124°).

Ein weiterer Alkalipyroxen, der Jadeït, bildet feinkristalline bis dichte, grünlichweiße Massen. Im Schliffe farblos bis blaßgrün, kurze Säulchen oder Körner, die größeren Individuen mit deutlichen Spaltrissen nach dem Pyroxenprisma · $\beta = 1{,}654$. $\gamma - \alpha = 0{,}029$. Achsenebene = (010), $c : c = 31 - 35°$, $2V = 72°$.

Ist $NaAlSi_2O_6$. Roh von Säuren schwer angreifbar, schmilzt v. d. L. leicht zu halbklarem Glase und wird dann von HCl zersetzt. Dünne Splitter färben sich bei starkem Glühen mit Kobaltsolution blau.

Spez. Gew.: 3,3 — 3,35. *H.:* 6,5 — 7.

Über die Unterscheidung von Nephrit siehe diesen.

WOLLASTONIT

Form: Breitstengelige bis blätterige Individuen, an diesen besonders (100) entwickelt (Fig. 68); die Längsrichtung der Stengel entspricht der Orthodiagonale b. Querschnitte sind leistenförmig, Vertikalschnitte nach (010) ebenfalls, nach (100) mehr tafelartig. Die Spaltbarkeit verläuft recht vielseitig: vollkommen nach (001) und (100), gegeneinander um 95° 30′ geneigt; etwas weniger vollkommen nach ($\bar{1}01$) und ($\bar{1}02$), letztere beiden Flächen gegen das Orthopinakoid um 129° 35′ resp. 110° 4′ geneigt. Alle diese Richtungen liefern Risse, welche in Schnitten der orthodiagonalen Zone untereinander und der b-Achse (der Längserstreckung) parallel laufen; auf (010) treten sie in mehreren sich kreuzenden Sprungsystemen aus. — Zwillinge nach (100) sind nicht selten; die Basisflächen (resp. die Spaltrisse nach diesen) bilden dann 169° miteinander.

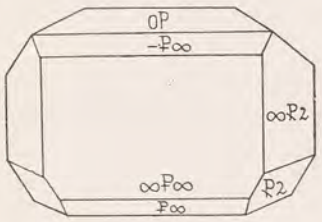


Fig. 68

Wollastonit ist vorzugsweise an kontaktmetamorphe körnige Kalksteine gebunden; so bildet er bei Auerbach an der Bergstraße weiße, seidenglänzende, faserige und stengelige Massen im körnigen Kalk, besonders am Kontakt; im Kalkstein von Lengefeld bei Marienberg (Erzgebirge) weißgraue Stengel; in den Kalksteinauswürflingen des Mte. Somma blätterige Partien; ähnlich auch in den Kalksteineinschlüssen vom Capo di Bove und von Santorin, überall gern von Pyroxen und Granat begleitet. Seltener findet er sich in kristallinen Schiefern, z. B. Schwarzwälder Augitgneisen.

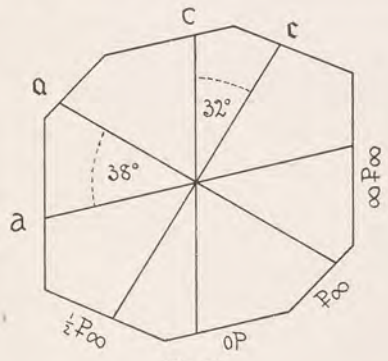


Fig. 69

Optisches: Farblos im Dünnschliffe. Lichtbrechung mäßig: $\alpha = 1{,}621$, $\beta = 1{,}633$, $\gamma = 1{,}635$ (Wollastonit von Orawitza). Doppelbrechung stark: $\gamma - \alpha = 0{,}014$. Achsenebene ist (010): die negative spitze Bisektrix a bildet mit der Vertikalachse c ca. 58° im stumpfen Winkel β (c : c etwa 32° im spitzen Winkel β, siehe Fig. 69). $2E_\varrho = 70° 40'$, $2E_v = 68° 24'$; alle Schnitte der orthodiagonalen Zone zeigen Achsen- oder Bisektrizenaustritt,

wobei deutlich zu erkennen ist, daß die Achsenebene ⊥ auf den Spaltrissen steht. — Kein Pleochroismus.

Chemisches: $CaSiO_3$ mit 51,75 SiO_2 und 48,25 CaO. Wird von heißer HCl leicht unter Gelatinieren zersetzt; in der nicht zu konzentrierten Lösung ist mit H_2SO_4 der Ca-Gehalt als Gips nachzuweisen (S. 21).

Spez. Gew.: 2,78—2,91. *H.:* 4,5—5.

Unterscheidung: Der gleichfalls nach der Orthodiagonale gestreckte Epidot gelatiniert nicht mit HCl, hat höhere Lichtbrechung und meist zeisiggrüne Farbe. Farblose Amphibole sind unlöslich in HCl und zeigen in Querschnitten die prismatischen Spaltrisse von 124°. Zoisit hat viel niedere (lavendelblaue) Polarisationsfarben.

MONOKLINE AMPHIBOLE

Das beste Merkmal dieser artenreichen Gruppe (wie auch der rhombischen Glieder) ist der Prismenwinkel von ca. 124°, welcher in den sechsseitigen oder rhombischen Querschnitten zum Ausdruck kommt. Parallel dem Prisma verläuft auch die sehr vollkommene Spaltbarkeit, das hauptsächlichste Unterscheidungsmittel von den Pyroxenen. Achsenebene ist fast immer (010), der Pleochroismus (abgesehen von den blaßgefärbten Varietäten) stark, besonders bei den braunen Arten, die Auslöschungsschiefe sehr verschieden je nach der Art. Die chemische Zusammensetzung stimmt im allgemeinen mit der der Pyroxene überein, so daß auch hier unterschieden werden 1. R_2O_3-haltige Glieder (Hornblendegruppe), 2. R_2O_3-freie oder daran arme (Strahlsteingruppe), 3. Natronamphibole (Arfvedsonitgruppe). Im Gegensatz zu den Pyroxenen wird aber bei den Amphibolen öfter ein Gehalt an Hydroxyl, bisweilen auch an F gefunden.

GEMEINE HORNBLENDE

Form: Selten rundum ausgebildete Kristalle und dann hauptsächlich begrenzt von (110) = 124° 30′, (010) und (101), letztere Fläche auch von manchen als (001) angenommen (wobei dann die Auslöschungsschiefe in den spitzen Winkel β gemessen wird); so in manchen Dioritporphyriten (Suldenit und Ortlerit vom Suldengletscher); meist Säulchen, die nur in der vertikalen Zone Kristallflächen aufweisen, oder ganz unregelmäßige Körner. Sehr vollkommen spaltbar nach (110); parallele Risse, gerade und anhaltend, in Längsschnitten, unter dem Prismenwinkel sich kreuzende in Querschnitten. Zwillinge nach (100) sind nicht selten. Schnitte ⊥ c und solche nach (010) lassen dann gewöhnlich zwei Hälften erkennen, mitunter auch einem größeren Individuum eingelagerte

Lamellen. So findet sich gemeine Hornblende (grün im Schliffe) in Hornblendegranit, Syenit, Diorit, in Hornblendegneis und vor allem in Amphiboliten und Amphibolschiefern.

Optisches: Schwarzgrün bis schwarz im Handstücke, grün (sehr selten braun) im Dünnschliffe. Lichtbrechung mäßig: $\alpha = 1{,}630$, $\beta = 1{,}642$, $\gamma = 1{,}653$. Doppelbrechung beträchtlich: $\gamma - \alpha = 0{,}023$; doch werden die Polarisationsfarben von der Eigenfarbe gedämpft. Achsenebene ist (010); die spitze negative Bisektrix bildet mit der Vertikalen c 72—75° im stumpfen Winkel β (Fig. 70); man mißt indessen lieber die Neigung c:c, die 15—18° im spitzen Winkel β beträgt, und bestimmt den anderen Winkel allenfalls der Kontrolle

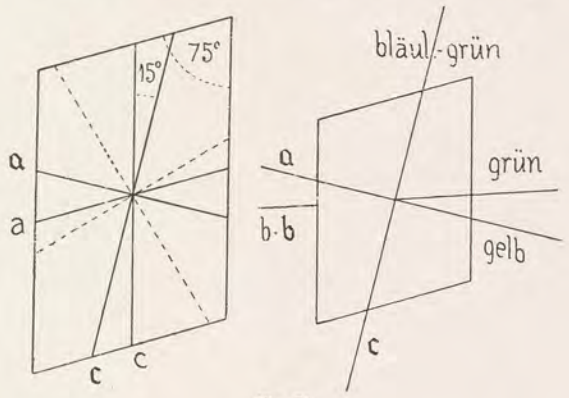


Fig. 70

halber. In Ausnahmefällen sind bei gemeiner Hornblende Auslöschungsschiefen bis zu 26°, selbst bis 30° gemessen worden. — $2V = 84°$, die Dispersion $\varrho < v$, der Pleochroismus stark: a hellgrünlichgelb, b grasgrün, c blaugrün; die ersten beiden Farben lassen sich in Querschnitten feststellen (a die kurze, b die lange Diagonale), die dritte in Längsschnitten.

Chemisches: Hauptsächlich Mischungen von $(MgFe)_3CaSi_4O_{12}$ und $(MgFe)_2(AlFe)_2Si_3O_{12}$ wie gemeiner Augit, oft mit geringem Gehalt an Alkalien. Von Säuren sehr wenig angegriffen (es wird Fe extrahiert). Die Umwandlung findet meist in Chlorit statt unter gleichzeitiger Bildung von Epidot (stark lichtbrechend, hell zeisiggelb und mit sehr lebhaften Polarisationsfarben); oft erfolgt dabei eine Abscheidung von Eisenerz oder von Calcit und Kieselsäure; die chloritischen Aggregate liefern ihrerseits bei weiterer Zersetzung Gemenge von Brauneisen, Kieselsäure und toniger Substanz, innerhalb welcher sich auch Karbonate ansiedeln können.

Spez. Gew.: 3,15—3,33. *H.:* 6.

Unterscheidung: Von Ägirin und Ägirinaugit siehe letzteren. — Chlorit hat schwächere Licht- und Doppelbrechung, oft lavendelblaue Polarisationsfarben, keine Spaltbarkeit in Basisschnitten und ist durch H_2SO_4 leicht zersetzbar.

BASALTISCHE HORNBLENDE

Form: Immer Kristalle; die gewöhnliche Kombination zeigt (110)·(010)·(001)·(1̄11). Die Form der Durchschnitte und den Verlauf der prismatischen Spaltbarkeit in denselben siehe Fig. 71, *a*. Zwillinge nach (100) sind häufig und erscheinen bald als zwei Hälften, bald als zwischengelagerte Lamellen (Fig. 71, *b*). Die Zwil-

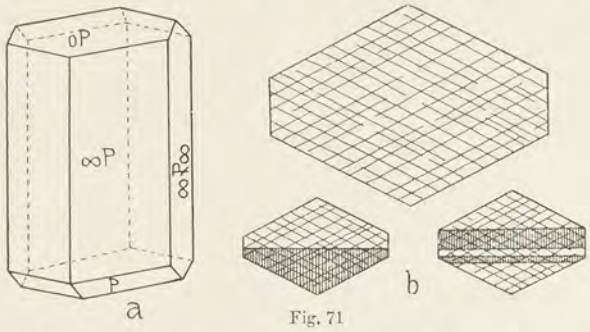


Fig. 71

lingsnaht halbiert in Querschnitten den Spaltwinkel, geht in Längsschnitten der Spaltbarkeit parallel und erscheint auf (010) als feine Linie. In Schnitten, welche alle drei Achsen treffen, bildet die Zwillingsnaht oder -lamelle beliebige Winkel mit den Spalt- und Umrißlinien, und dann sieht es wohl so aus, als ob eine Zwillingsbildung nach ganz anderen Flächen vorläge. Makroskopische Kristalle und Zwillinge, bräunlichschwarz mit glatten, glänzenden Spaltflächen beim Zerschlagen, finden sich in sehr schöner Ausbildung besonders als Auswürflinge in basaltischen Tuffen vielorts. Im Dünnschliffe wird sie braun durchsichtig, durch magmatische Korrosion oft verstümmelt, in Ergußgesteinen meist mit einem dunklen Saum versehen (s. unten Magmatische Resorption), wie z. B. in Hornblendeandesiten, -porphyriten, -trachyten und in manchen Basalten der Alkalireihe, besonders Tephriten. Einschlüsse von Glas, Eisenerz, Apatit sind häufig; auf den Spaltrissen sitzen bisweilen Infiltrationsprodukte, z. B. blutroter Eisenglanz.

Optisches: Stets braun im Dünnschliffe. Lichtbrechung etwas höher als gemeine Hornblende: $\alpha = 1{,}680$, $\beta = 1{,}725$, $\gamma = 1{,}752$.

Doppelbrechung stark: $\gamma - \alpha = 0{,}072$; auch die anderen beiden Differenzen bedeutend; doch kommen die lebhaften Polarisationsfarben vor der tiefen Eigenfarbe nicht voll zur Geltung. Achsenebene ist (010), die optische Orientierung wie bei der gemeinen Hornblende, c : c aber geringer, 0 — 10°, gewöhnlich 5° und darunter. 2 V = ca. 80°, der Pleochroismus kräftig: a hellgelb, b braun, c dunkelbraun, oder b = c, so daß Schnitte nach (100) keine oder nur geringe Farbenunterschiede zeigen. Titanreiche Arten haben recht deutliche Bisektrizendispersion. Bemerkenswert ist, daß gemeine Hornblende bei anhaltendem Glühen über dem Bunsenbrenner (ca. eine Stunde) unter Luftzutritt der Farbe, den Pleochroismus und die geringe Auslöschungsschiefe der basaltischen Hornblende annimmt.

Chemisches: Zusammensetzung wie gemeine Hornblende, nur beträchtlich reicher an Fe_2O_3 und Alkalien, oft mit Ti-Gehalt (bis 5 %); die eisenreichen werden von Säuren etwas angegriffen. — Eine Umwandlung in Chlorit und Epidot kommt so gut wie nicht vor, selten eine Umsetzung in Brauneisen, Kieselsäure und Karbonate. Dagegen sind Erscheinungen magmatischer Resorption, kaustische Einwirkungen des Schmelzflusses auf die sehr früh ausgeschiedene Hornblende weit verbreitet. Sie beginnen mit der Bildung eines „Opacitsaumes", eines dunklen, anscheinend aus Eisenerzkörnchen bestehenden lockeren Randes; doch ist die Natur der schwarzen Körperchen nicht festgestellt, auch wohl nicht überall die gleiche. Beim Fortschreiten des Vorganges wird der Rand breiter und außen gewöhnlich dichter, die Hornblende verschwindet mehr und mehr und der Raum füllt sich mit schwarzen Körnchen unter gleichzeitiger Neubildung von basaltischem Augit. Die einzelnen getrennten Partikel des letzteren zeigen durch ihre gleiche Polarisationsfarbe und gleichzeitige Auslöschung, daß sie einem einzigen schwammig-porösen Individuum angehören, dessen c-Achse mit der der Hornblende übereinstimmt. Schließlich verschwindet der letzte Hornblenderest und das Gebilde besteht aus einem Haufwerk schwarzer, von Augit durchsetzter Körner, welches meist die Umrisse des früheren Hornblendekristalls scharf wiedergibt, wie namentlich die Querschnitte zeigen. So in vielen Trachyten, Andesiten und Porphyriten, auch in Basalten der Alkalireihe, besonders Nephelintephriten; doch kommt es hier nicht selten zur Bildung von Rhönit in Form dunkelbrauner Stäbchen, keuliger oder blattartiger Gebilde von starkem Pleochroismus und einer Auslöschungsschiefe von 11 — 14°, die sich häufig unter etwa 60° kreuzen.

Spez. Gew.: 3,2—3,3.

Unterscheidung: Biotit (siehe auch diesen) hat gerade Auslöschung; die sechsseitigen Basisschnitte zeigen keine Spaltbarkeit und keinen Pleochroismus, aber Bisektrizenaustritt mit sehr kleinem Achsenwinkel. Von Barkevikit siehe diesen.

STRAHLSTEIN (AKTINOLITH)

Prismen ohne terminale Flächen, hauptsächlich von (110) und (010) begrenzt. Spaltbarkeit sehr vollkommen prismatisch, dazu selten eine sehr unvollkommene klinopinakoidale, häufig eine Querabsonderung. Zwillingsbildung nach (100) ist verbreitet. Als heller oder dunkler grüne Säulchen (farblos bis blaßgrün im Dünnschliffe) im Strahlstein- oder Aktinolithschiefer, akzessorisch in Grünschiefern, im Chlorit- und Talkschiefer. Pleochroismus fehlt bei den lichteren ganz und ist bei den dunkleren sehr schwach; $a = b$ blaßgelblich, c blaßgrünlich, oder es treten wenig verschiedene Nuancen von blaßgrün auf. Lichtbrechung mäßig: $\alpha = 1{,}611$, $\beta = 1{,}627$, $\gamma = 1{,}636$; Doppelbrechung stark: $\gamma - \alpha = 0{,}025$. — Achsenebene ist (010), die optische Orientierung wie bei der gemeinen Hornblende, $c : c$ etwa 15° im spitzen Winkel β. $2V = 80°$.

Chemisches: Wesentlich $CaMg_3Si_4O_{12}$ mit beigemischtem $CaFe_3Si_4O_{12}$. Unangreifbar von Säuren. Umwandlungserscheinungen (in serpentinartige Aggregate) sind sehr selten.

Spez. Gew.: 3,03—3,17. *H.:* 5—6.

Unterscheidung: Von Tremolit durch grüne Farbe.

SMARAGDIT ist eine grüne feinfaserige Varietät des Strahlsteins, welche sich im Saussuritgabbro findet, im Schliffe mattgrünlichweiß erscheint und aus dem Diallag hervorgegangen ist, dessen Struktur und Einschlüsse die feinstengeligen Aggregate öfters noch aufweisen. Eine viel kompaktere und intensiver grüne Hornblende aus Eklogiten hat man gleichfalls Smaragdit genannt; sie verwächst zum Teil parallel mit Omphacit, teils tritt sie selbständig auf.

NEPHRIT ist ein filzig verwobenes Aggregat feiner Strahlstein- (oder Tremolit-)Fasern, im Handstücke dunkel lauchgrün oder grünlichgrau, von ausgezeichnet splitterigem Bruch und sehr zäh. U. d. M. zeigen die etwas größeren Individuen eine Auslöschungsschiefe von ca. 11° und den charakteristischen Spaltwinkel der Hornblende.

Spez. Gew.: 2,97—3,0. *H.:* 6,5.

V. d. L. schwer schmelzbar; keine Blaufärbung mit Kobaltsolution (Unterschied von Jadeït).

TREMOLIT (GRAMMATIT)

Lang säulenförmige Individuen ohne terminale Flächen, in der Prismenzone begrenzt von (110) und (100); auch in stengeligen Massen, weiß oder grau. Findet sich besonders im körnigen Kalkstein (hier bisweilen Kontaktprodukt), auch als Grammatitfels, seltener in Olivinfelsen und Serpentinen. Außer der vollkommenen prismatischen Spaltbarkeit ist eine Querabsonderung häufig. — Farblos im Dünnschliffe. Brechung und Doppelbrechung fast wie Strahlstein: $\alpha = 1{,}609$, $\beta = 1{,}623$. $\gamma = 1{,}635$; $\gamma - \alpha = 0{,}026$. Achsenebene ist (010), optische Orientie-

rung wie gemeine Hornblende. $c : c = 15 - 16°$. $2V = 81 - 88°$. Kein Pleochroismus.

Chemische Zusammensetzung: $CaMg_3Si_4O_{12}$. Nicht angreifbar von Säuren. Mitunter wird eine Umwandlung in Talk beobachtet. Über das Hervorgehen von Tremolit (und Strahlstein) aus Olivin siehe diesen S. 53.

Spez. Gew.: 2,93 — 3,0.

Die *Unterscheidung* von Wollastonit und Muscovit erfolgt am sichersten durch die Querschnitte mit dem Spaltwinkel der Hornblende; die Achsenebene liegt bei Tremolit ∥ zu den Spaltrissen, bei Wollastonit ⊥ dazu; Muscovit zeigt auf den Basisschnitten (ohne Spaltrisse) Austritt der spitzen Bisektrix. — Mit HCl gelatiniert Wollastonit.

GLAUKOPHAN

Im Handstücke tief indigoblaue bis schwarzblaue stengelige Individuen ohne terminale Flächen, hauptsächlich begrenzt von (110), dazu öfter (010) oder (100), mitunter auch beide. Vollkommen prismatisch spaltbar; außerdem mit Querabsonderung. Findet sich vor allem im Glaukophanschiefer, als Einschlüsse gern Rutil, auch blutrote Eisenglanzblättchen führend. $\beta = 1{,}644$; $\gamma - \alpha = 0{,}022$; Achsenebene ist (010). $c : c = 4 - 6°$ im spitzen Winkel β, die Längsrichtung also Achse der kleinsten Elastizität, ein wichtiges Unterscheidungsmittel von dem ähnlich gefärbten Riebeckit. — Pleochroismus sehr deutlich: a fast farblos oder schwach gelblichgrün, b violett, c azurblau. $2E = 86°$, starke Dispersion $\varrho < v$.

Chemische Zusammensetzung: Vorwiegend $Na_2Al_2Si_4O_{12}$, darin Al_2O_3 durch $2 - 10\%$ Fe_2O_3 vertreten, mit Beimischung von $Ca(MgFe)_3Si_4O_{12}$ (= Strahlstein). Die Fe_2O_3-freien Glieder bezeichnet man als Gastaldit. Von Säuren schwer angreifbar. V. d. L. leicht schmelzbar zu hellgrauem oder grünlichem nicht magnetischem Glase unter starker Na-Färbung der Flamme. Umwandlungen (in Chlorit) werden nur selten beobachtet.

Spez. Gewicht: 3,0 — 3,1. *H.:* 6 — 6,5.

Unterscheidung von Riebeckit s. diesen. Der seltene Crossit, welcher dieselben Pleochroismusfarben zeigt wie Glaukophan, hat normalsymmetrische Achsenlage, eine Auslöschungsschiefe von $c : b = 20 - 30°$, recht schwache Doppelbrechung, 2V groß.

Anm.: Zwischen Glaukophan einerseits und Strahlstein und gemeiner Hornblende anderseits existiert eine ganze Reihe von Übergangsgliedern, in welchen mit der Entfernung von ersterem das Violett der b-Achse mehr und mehr verschwindet und a und b grüne Farben bekommen, während gleichzeitig der Winkel $c : c$ zunimmt; die Grenze für Glaukophan liegt bei $c : c = 6°$.

RIEBECKIT

Nur in der vertikalen Zone begrenzte Stengel. (110) = ca. 124°; dazu mitunter (010). Sehr vollkommen prismatisch spaltbar. Tiefblau im Riebeckitgranit von der Insel Socotra; von Turcoaja in Rumänien, als einziger farbiger Gemengteil leicht aufzufinden; die Individuen schwammartig durchbrochen im Paisanit (Fig. 72). $\gamma - \alpha = 0{,}005$. Achsenebene ist (010); die der Vertikalen zunächst liegende Elastizitätsachse = a, $c : a = 2 - 8°$. Pleochroismus kräftig: a tiefblau (Längsrichtung), b etwas weniger tiefblau (lange Diagonale der Spaltrhomben), c grün (kurze Diagonale).

Fig. 72. Riebeckit (dunkel) in Paisanit. Vergr. 20

Chemische Zusammensetzung: Das Äquivalent des Ägirins: $Na_2Fe_2Si_4O_{12}$ mit $Fe_4Si_4O_{12}$, frei von Al_2O_3. Leicht schmelzbar in der Flamme des Bunsenbrenners unter lebhafter Gelbfärbung.

Spez. Gew.: über 3,3. *H.:* 5,5—6.

Unterscheidung: Von Glaukophan dadurch, daß bei diesem die Längsrichtung Achse der kleinsten Elastizität (c) ist, und durch Fehlen des violetten Farbentons. Turmalin zeigt ein Minimum der Absorption, wenn seine Längsrichtung c mit dem Hauptschnitt des Polarisators zusammenfällt, Riebeckit ein Maximum.

ARFVEDSONIT

Stengelige Individuen ohne terminale Flächen mit Prima, Spaltbarkeit und Zwillingsbildung der Hornblende, stark lichtbrechend (1,707), die Polarisationsfarben gänzlich von der tiefen Eigenfarbe verdeckt $\gamma - \alpha = 0{,}021 - 0{,}027$). Achsenebene ist (010), die der Vertikalen zunächst liegende Elastizitätsachse a, $c : a = 14°$ im stumpfen Winkel β (Fig. 73). Ob a spitze oder stumpfe Bisektrix ist unbekannt. — Im Sodalithsyenit Grönlands (Kangerdluarsuk), in Eläolithsyeniten Südnorwegens, im Pantellerit. Arfvedsonitartigen Charakter haben manche Hornblendeeinsprenglinge in Phonolithen. — Pleochroismus stark: a tief grünblau, b blau, c grünlichgrau mit Stich ins Gelbe.

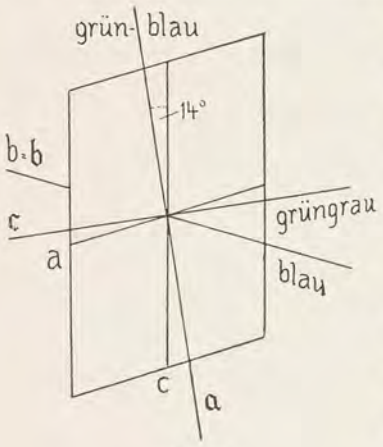


Fig. 73

Chemische Zusammensetzung: Wesentlich $Na_2Fe_3Si_4O_{12}$, bisweilen Ti-haltig. Nicht angreifbar von Säuren. Gibt v. d. L. unter Aufkochen eine schwarze magnetische Kugel. Schon in der Lichtflamme schmelzbar und dadurch leicht von anderen Amphibolen zu unterscheiden.

Spez. Gew.: 3,33—3,59. *H.:* 5,5—6.

BARKEVIKIT ist ein Übergangsglied von der basaltischen Hornblende zum Arfvedsonit, von ersterer chemisch durch den Na-Gehalt und die fast vollständige Ersetzung von MgO durch FeO, optisch durch größere Auslöschungsschiefe, $c : c$ = etwa 14°, und den kleineren Achsenwinkel $2E$ = ca. 54°, weiter auch durch das höhere spez. Gewicht = 3,43 unterschieden, vom Arfvedsonit außer durch großen Al_2O_3-Gehalt besonders durch das Fehlen der blauen Farben.

Im Schliffe braun durchsichtig, stark pleochroitisch: a hellbräunlichgelb, b rötlichbraun, c tiefbraun. Achsenebene ist (010), die spitze Bisektrix negativ. — Im Augitsyenit von Barkevig (Südnorwegen), weit verbreitet in Camptoniten und Monchiquiten.

KATOPHORIT steht nach Brögger in chemischer Hinsicht zwischen Barkevikit und Arfvedsonit. Säulchen in Alkalisyenit (Sölvsbergit) Südnorwegens, hier gern von Arfvedsonit und Ägirin umrindet; unregelmäßig begrenzte Individuen in Alkalitrachyten, z. B. Ischia, der Azoreninsel San Miguel. Pleochroismus etwas wechselnd, z. B. a rötlichgelb, b braunrot, c hell grünlichgelb, immer aber die Absorption $b > c > a$ abweichend von der der übrigen Amphibole. Achsenebene ist (010), $c : c = 30-60°$ im stumpfen Winkel β.

In katophoritischen (und arfvedsonitischen) Amphibolen wird hin und wieder beobachtet, daß die symmetrische Achsenlage nach dem gewöhnlich abweichend gefärbten Rande des Kristalls hin in die normalsymmetrische übergeht. Dabei bleibt a spitze Bisektrix; die Auslöschungsschiefe schwankt von wenigen Graden bis (vereinzelt) zu 60°. 2V ist klein, $\gamma - \alpha = 0{,}005$ und weniger. Solche Amphibole, Anophorit genannt, wurden im schonkinitischen Dolerit vom Katzenbuckel (Odenwald) gefunden, ähnliche in südafrikanischem Foyait.

URALIT

Eine grüne, faserige Hornblende, immer sekundärer Natur und (wohl stets unter Mitwirkung gebirgsbildenden Drucks) aus Augit entstanden, von welchem sich nicht selten noch frische Reste erhalten haben; auch erkennt man (z. B. in Uralitporphyriten) u. d. M. noch ganz deutlich die charakteristisch achtseitigen augitischen Querschnittformen, die aber jetzt von grünem Uralit mit Hornblendespaltbarkeit erfüllt sind (Fig. 74); der Verlauf dieser Spaltrisse, besser noch das Verhalten randlich uralitisierter Augite in basischen und Vertikalschnitten unter + Nic. läßt erkennen, daß das neue und das ursprüngliche Mineral die Vertikalachse c und das Orthopinakoid gemeinsam haben, und so kommt es, daß selbst eine an dem früheren Augit vorhanden gewesene Zwillingsbildung noch nach vollständiger Umwandlung in Uralit zum Ausdruck kommt. Mitunter wächst der Uralit über die ursprüngliche Augitform hinaus und zeigt dann in diesen Partien meist spießige Formen. In weiter Verbreitung begegnet man ihm in Diabasen, zumal solchen aus gefaltetem Gebirge (Harz, Fichtelgebirge usw.), wo die Individuen selten geschlossen, in der Regel zackig oder büschelförmig ausgefasert sind. Findet sich im Innern noch ein frischer Augitkern vor, dann gewahrt man namentlich bei stärkerer Vergrößerung, wie die Hornblende mit zahlreichen Zacken und spießigen Fortsätzen in die frische Augitsubstanz hineindringt und wie auch von den Spalten aus die Umwandlung vor sich geht.

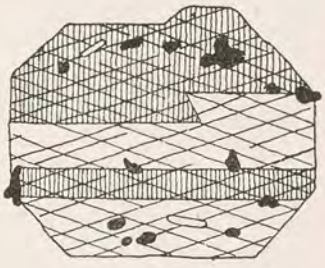


Fig. 74

Die optische Orientierung des Uralits ist die der gemeinen Hornblende, der Pleochroismus ähnlich: a licht gelblichgrün, b grün, c bläulichgrün; $c : c = 10-14°$, seltener mehr (bis 18°).

Die *chemische Zusammensetzung* nähert sich bald der des Strahlsteins, bald der der gemeinen Hornblende. Indessen handelt es sich bei der Uralitbildung nicht um eine einfache molekulare Umlagerung der Augitsubstanz, sondern, wie die Analysen zeigen, um eine Zufuhr von Fe_2O_3 und einen Verlust an CaO. Mit letzterem hängt wohl der feinverteilte Calcit zusammen, den man neben Epidotkörnchen öfter im Uralit findet.

Spez. Gew.: 3,0—3,4.

Unterscheidung: Von Chlorit, der sich — gleichfalls grün — in Diabasen häufig neben Uralit findet, durch den Spaltwinkel von 124° in Querschnitten, lebhafte Polarisationsfarben und Unzersetzbarkeit durch H_2SO_4.

GLIMMER

Ausgezeichnet basisch spaltbare Mineralien von großer Annäherung in der Form an das hexagonale System; die ebenen Winkel der Basis messen fast genau 120°, die Neigung dieser Fläche gegen die Vertikale c kommt 90° sehr nahe, auf ihr tritt bei allen Glimmern eine negative spitze Bisektrix nahezu senkrecht aus. — Die Achsenebene steht senkrecht auf dem Klinopinakoid in den Glimmern der ersten Art (Muscovit, Lepidolith, Anomit); sie fällt in das Klinopinakoid in den Glimmern der zweiten Art (Meroxen, Lepidomelan, Phlogopit, Zinnwaldit). Zur Feststellung dieser Lage bedient man sich bei unregelmäßig begrenzten Glimmerblättchen der Schlagfigur (man treibt durch einen kurzen Schlag eine scharfe Nadelspitze ein); in der so entstandenen drei- oder sechsstrahligen Figur verläuft der eine schärfere, geradere sogenannte charakteristische oder Leitstrahl parallel (010) und ermöglicht so die Orientierung (Fig. 75). Man möge indessen selbst einmal eine Anzahl Schlagfiguren herstellen, um sich zu überzeugen, daß der charakteristische Strahl bei weitem nicht so charakteristisch ist, wie er in den Lehrbüchern steht, und daß eine Verwechselung mit einem der anderen beiden Strahlen keineswegs zu den Unmöglichkeiten gehört. Mit einem von Lattermann angegebenen Apparate, bei welchem ein feines verstellbares Nädelchen durch eine elastische Uhrfeder in die auf einem ebenen Korkstück liegende Glimmerlamelle eingetrieben wird, erhält man selbst noch auf Schüppchen von ca. 0,5 mm Seitenlänge, wie man sie aus dem Gestein herauslöst, schöne Schlag-

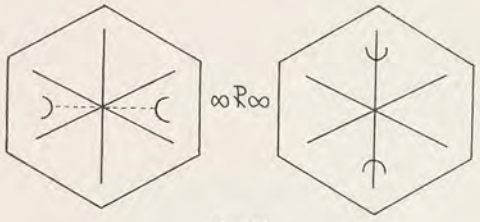


Fig. 75

figuren. Im übrigen ist es gar nicht nötig, den charakteristischen Strahl herauszusuchen; es genügt festzustellen, ob die Achsenebene überhaupt parallel oder senkrecht zu einem der drei Strahlen liegt, und das muß dann allemal der charakteristische sein.[1] — Zwillingsbildung kommt im Dünnschliffe bei den gesteinbildenden Glimmern so gut wie nicht zum Ausdruck.

Ihrer chemischen Zusammensetzung nach sind die Glimmer Silikate von Al (oft durch Fe vertreten) und wesentlich

Mg im Phlogopit,

Fe im Lepidomelan,

Mg + Fe im Biotit, alle alkaliarm; oder Mg und Fe treten zurück, Alkalien hervor; so

K im Muscovit,

Na im Paragonit,

Li im Lithionit und Zinnwaldit.

Meist ist OH oder F vorhanden, in dunklen Glimmern Ti.

BIOTIT (MEROXEN)

Biotit im weiteren Sinne umfaßt dunkle Magnesia-Eisenglimmer der ersten Art (Anomit) und solche der zweiten Art (Meroxen); im engeren Sinne versteht man darunter nur die letzteren, welche die überwiegende Mehrheit aller hierher gehörigen Glimmer bilden, sowie diejenigen, deren optische Orientierung (z. B. wegen allzugroßer Kleinheit der Blättchen) nicht nachgewiesen ist. Auch mancher Lepidomelan geht in der Literatur unter dem Namen Biotit.

Form: Wenn in Kristallen, dann anscheinend hexagonale Täfelchen oder niedrige Prismen der Kombination (001)·(010)·(111), letztere sehr steile Flächen wie die eines Prismas erscheinend. Querschnitte oder auf der Basis liegende Blättchen sind sechseckig, meist verzerrt, ohne Spaltrisse; Längsschnitte sind rechteckig und von zahlreichen geraden basischen Spaltrissen durchzogen; die c-Achse steht senkrecht auf ihnen und auf der Längserstreckung des Schnittes. Sehr schön finden sich diese Formen in Minetten

1) Nicht zu verwechseln mit der Schlagfigur ist die gewöhnlich viel undeutlicher ausfallende Druckfigur, ein gleichfalls sechsstrahliger Stern, dessen Strahlen auf denen der Schlagfigur senkrecht stehen. Eine Orientierung der Achsenebene nach ihr würde also gerade entgegengesetzte Resultate liefern. Man erhält die Druckfigur, wenn man mit einer stumpfen Metallspitze auf eine Glimmerlamelle drückt, ohne sie zu durchbohren. Bei zu dicken Blättchen erscheint sie auch manchmal unter dem Lattermannschen Apparate an Stelle der Schlagfigur.

der meisten Fundorte (Fig. 76), oft mit Zonenbau, der in Quer- und Längsschnitten durch dunklere und lichtere Färbung der einzelnen konzentrischen Schichten hervortritt. Einkerbungen des sechsseitigen Umrisses basischer Schnitte beruhen oft darauf, daß zwei oder drei nach einer Diagonale langgezogene Glimmerblättchen in einer um je 60° verwendeten Stellung übereinander liegen und am Rande mit freien Enden hervorragen (Fig. 77). An Einschlüssen finden sich reichlich Apatitnädelchen und Erzkörnchen, seltener Zirkonkriställchen, mitunter zarte Rutilnädelchen in sagenitischen Geweben (S. 30). Man beachte außer den Einsprenglingen auch die kleineren Biotite der Grundmasse. Ganz ähnliche sechsseitige und lang rechteckige Biotitformen enthält der Kersantit; doch finden sich hier zuweilen auch

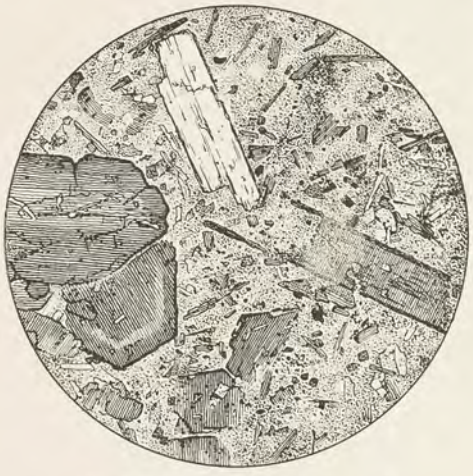


Fig. 76. Biotit in Minetto. Vergr. 20

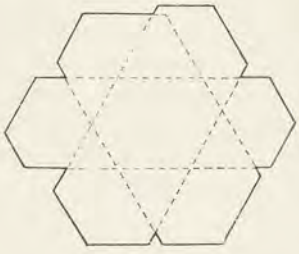


Fig. 77

Anomite (siehe diesen). Durch prächtige Sagenitgitter ist der Biotit des Glimmerdiorits vom Lippenhof bei Triberg im Schwarzwalde ausgezeichnet, bemerkenswert deshalb, weil hier der Rutil primärer Natur, nicht wie in der Mehrzahl der anderen Vorkommen erst bei der Zersetzung des Glimmers aus dem Ti-Gehalt entstanden ist. — Mit opacitischem Rande, ähnlich dem der basaltischen Hornblende, begegnet man dem Biotit in Trachyten, Andesiten und Porphyriten oft neben Hornblende. Weniger vollkommen umgrenzt ist der Biotit der Tiefengesteine, dunklen Schlieren; Einschlüsse von Apatit und Zirkon mit dunklen pleochroitischen Höfen sind weit verbreitet. In Zweiglimmergraniten sind häufig Parallelverwachsungen von Biotit mit dem farblosen Muscovit zu beobachten. — Ganz unregelmäßig lappige Blättchen bildet Biotit im Gneis, auch im Biotitgranulit; die Schuppen sind nicht selten in der Richtung

der Flaserung gestreckt und führen dieselben Einschlüsse wie im Granit. — In Kontaktgesteinen (Andalusit-Glimmerschiefer, Quarz-Glimmerschiefer, cordieritführende Hornfelse) tritt Biotit als unregelmäßige größere und regelmäßige kleinere Schüppchen auf, ist vielfach in anderen Mineralien eingewachsen (in Andalusit, Cordierit, besonders als rundliche oder sechsseitige Scheibchen im Quarz) und umgibt manchmal in dichtem Kranze die Andalusitsäulchen.

Mechanische Deformationen: Biegungen, Stauchungen, Aufblätterung an den Enden, wie sie z. B. gequetschte Granite in allen Stadien zeigen, sind gewöhnlich von einer mehr oder weniger weitgehenden Umwandlung in grünen Chlorit und von einer Ausscheidung sagenitischer Rutilnadeln begleitet.

Optisches: Braun oder olivenbraun im Dünnschliffe. Brechung gering: α etwa 1,586. Doppelbrechung bedeutend: $\gamma - \alpha = 0{,}04$ bis 0,06; doch erscheinen wegen der tiefen Eigenfarbe die sehr lebhaften Polarisationsfarben nur in ganz dünnen Schnitten. Achsenebene ist (010); die spitze negative Bisektrix a weicht von der Vertikalen c in den allermeisten Fällen um weniger als 1° ab; daher löschen Längsschnitte anscheinend gerade aus ($\parallel$ und $\perp$ zu den Spaltrissen). In Alkaligesteinen zeigt der Biotit mitunter eine Auslöschungsschiefe bis zu 4°, ganz selten auch noch mehr. Der Achsenwinkel bleibt in der Regel unter 5°; Basisschnitte zeigen im konvergenten Lichte ein schwarzes Kreuz (und gewöhnlich einen Ring), welches sich beim Drehen in der Regel kaum merklich öffnet (z. B. in Minetten); deshalb und wegen des nahezu senkrechten Bisektrizenaustrittes ähnelt das Achsenbild sehr demjenigen einachsiger Kristalle. — Dispersion $\varrho < v$. — Pleochroismus recht stark: a hellgelb, b und c tiefbraun. Längsschnitte erscheinen deshalb am dunkelsten, wenn ihre Spaltrisse mit der Schwingungsrichtung des unteren Nicols zusammenfallen; Basisschnitte zeigen keine oder nur geringe Differenzen und im letzteren Falle bald b dunkler als c, bald umgekehrt. Bei dunkleren Biotiten ist b manchmal nahezu schwarz. — Die pleochroitischen Höfe um eingeschlossene Zirkone (z. B. im Granit, Gneis, in Kontaktgesteinen) sind dann am dunkelsten, wenn der Glimmer selbst das Maximum der Absorption aufweist und umgekehrt; in Basisschnitten zeigen sie beim Drehen keine merklichen Differenzen in ihrer Intensität; über ihre Ursache s. unter Cordierit, S. 58.

Chemisches: Nach Tschermak Mischungen von $(HK_3)(Al_2)_3 Si_6 O_{24}$ (d. i. Muscovit) und $Mg_{12} Si_6 O_{24}$ (d. i. Olivin), in welchen Al_2 durch

Fe_2 und Mg durch Fe teilweise vertreten und öfter geringe Mengen von F und Ti zugegen sind. Von HCl wenig angreifbar; von konzentrierter H_2SO_4 vollständig zersetzbar unter Zurücklassung eines Kieselskelettes.

Die Umwandlung besteht bald nur in einer Bleichung durch Ausziehen des Eisengehaltes; die Schüppchen werden dabei goldgelb, später silbergrau (wie z. B. in verwitternden Graniten und Gneisen, im Sand) und sind dann leicht mit Muscovit zu verwechseln, bald aber — und zwar häufiger — in einer Umsetzung zu grünem Chlorit, wobei sich mancherlei Nebenprodukte abscheiden (Kieselsäure, Eisenerze, Rutil, Epidot); oft werden nur einzelne Lamellen von diesem Vorgange ergriffen und heben sich dann durch ihre lichtgrüne Farbe im gewöhnlichen Lichte oder durch ein charakteristisches Lavendelblau unter + Nic. von dem noch frischen Biotit ab. In Ergußgesteinen zeigen die Glimmertäfelchen meist einen Rand aus dunklen Körnchen, der ebenso wie bei basaltischer Hornblende infolge kaustischer Einwirkung des Magmas entstanden ist.

Spez. Gew.: 2,8—3,2.[1] *H.:* 2,5—3; elastisch.

Die *Isolierung* erfolgt leicht durch mehrmaliges Abgleitenlassen des Gesteinspulvers auf etwas rauhem Papier oder dadurch, daß man das Pulver auf die behauchte Innenfläche eines Glastrichters fallen läßt.

Unterscheidung: Von Hornblende durch Fehlen der charakteristischen Spaltbarkeit in Querschnitten, viel zahlreichere, feinere Risse in Längsschnitten, sehr kleinen Achsenwinkel, eigentümlich schuppiges Aussehen kurz vor der Auslöschung, Zersetzbarkeit in konzentrierter H_2SO_4. Gebleichter Biotit ist von Muscovit durch Lage der Achsenebene, kleinen Achsenwinkel oder Mg-Nachweis (S. 58) zu trennen. Von Anomit, Lepidomelan, Phlogopit und Lithionit siehe diese.

RUBELLAN ist ein braunroter bis ziegelroter Biotit, mehr oder weniger stark von Eisenglanz und Brauneisen durchsetzt, welcher sich als sechsseitige Tafeln in Laven und Tuffen z. B. der Umgebung des Laacher Sees und des böhmischen Mittelgebirges findet.

ANOMIT

In Form, Farbe und chemischer Hinsicht mit Biotit (Meroxen) übereinstimmend, unterscheidet er sich von diesem hauptsächlich durch die Lage der

1) In schweren Flüssigkeiten nicht leicht zu bestimmen, weil die dünnen Lamellen ihrer Form und der schweren Benetzbarkeit halber noch bei recht erheblich geringerem spez. Gewicht der Lösung in dieser schweben.

Achsenebene, die senkrecht steht auf (010). Hier fällt also die stumpfe Bisektrix c mit der Orthodiagonale b zusammen. Die spitze negative Bisektrix a liegt wieder sehr nahe der Vertikalen c; doch ist hier eine Auslöschungsschiefe (bis 4°) häufiger als bei Biotit. Der Achsenwinkel 2E beträgt meist 10—16°, selten darüber (bis 68°) oder darunter. Dispersion im gesteinbildenden Anomit gewöhnlich $\varrho < v$. — Nachgewiesen ist Anomit besonders im Quarzdioritporphyrit von Steinegg im niederösterreichischen Waldviertel als zonarstruierte, bis 6 mm große Tafeln; im Alnöit von Alnö als große Blätter; im Quarzglimmerdiorit von Marlesreuth im Fichtelgebirge; neben Meroxen im Kersantit von Michaelstein bei Blankenburg am Harz: im Trachyt des Mte. Amiata in Toscana und Zentralfrankreichs, als prächtige Skelette in Glaskrusten des Leucitbasalts vom antarktischen Gaußberg (Fig. 78).

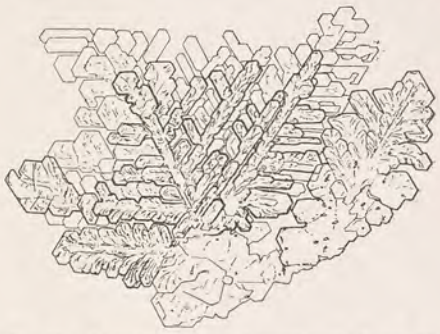


Fig. 78. Anomitskelett aus Leucitbasalt Vergr. 50

LEPIDOMELAN

Ein biotitähnlicher, rabenschwarzer, stark glasglänzender Glimmer, dunkelölgrün bis tiefbraun durchsichtig im Dünnschliffe. Achsenebene ist (010), die Auslöschung anscheinend gerade, der Achsenwinkel sehr klein (4—8°). Findet sich in manchen Graniten, Gneisen, Alkali- und Eläolithsyeniten. Chemisch ein Mg-armer bis fast Mg-freier Eisenglimmer mit 9—10 % K_2O. Von HCl und HNO_3 ziemlich leicht zersetzbar unter Zurücklassung eines Kieselskeletts und dadurch von Biotit (Meroxen) zu unterscheiden.

PHLOGOPIT

Kristalle oder blätterige Massen von gelber oder brauner Farbe, im Schliffe farblos bis gelblich und dann schwach pleochroitisch, finden sich hauptsächlich in körnigen Kalksteinen und Dolomiten, auch in Serpentinen, selten in Eruptivgesteinen (z. B. im Wyomingit, wahrscheinlich auch im Euktolith). Licht- und Doppelbrechung ähnlich wie Muscovit: $\alpha = 1{,}562$, $\beta = 1{,}606$, $\gamma = 1{,}606$; $\alpha - \gamma = 0{,}044$, $\gamma - \beta$ aber $= 0$, d. h. Basisschnitte isotrop. Achsenebene ist (010), $2E = 15 - 0°$, die Dispersion schwach $\varrho < v$. Die spitze Bisektrix bildet mit c meist einen Winkel von 2—4°. — Der Asterismus kanadischer Phlogopittafeln wird durch regelmäßig interponierte farblose, leistenförmige Blättchen bedingt.

Chemische Zusammensetzung: Wesentlich $R_3Mg_3AlSi_3O_{12}$, ein fast eisenfreier Biotit; wird von Säuren merklich angegriffen.

Unterscheidung von Biotit nur chemisch; von Lithionit s. diesen.

ZINNWALDIT u. LITHIONIT

Grünlichgraue (Zinnwaldit) oder braune (Lithionit) Glimmer von der Form des Biotit. Achsenebene ist (010), der Achsenwinkel groß (2E bis 90°, bei eisen-

reichen kleiner, bis 10° herab), die Dispersion schwach $\varrho > v$. Die spitze negative Bisektrix a bildet mit der Vertikalachse c immer einen sehr kleinen Winkel; doch ist die Neigung bei Zinnwaldit deutlicher als bei Lithionit. Letzterer zeigt viel schwächeren Pleochroismus als Biotit: a fast farblos, b ganz blaßbräunlich, c licht bräunlichblond (dunkler gefärbte zeigen a licht gelblichbraun, b und c braun). Hauptsächlich Gemengteil Zinnerz und Topas, auch Turmalin führender Granite; im Greisen. — Dunkle pleochroitische Höfe um eingeschlossene Zirkone, Zinnerzkörnchen usw. sind weit verbreitet.

Chemisches: Stark lithiumhaltige Glimmer, im Zinnwaldit mit FeO, im Lithionit mit Fe_2O_3; beide enthalten F, manche Bor. V. d. L. sehr leicht zu farblosem oder dunklem Glase schmelzbar unter Rotfärbung (Li) der Flamme; von Säuren roh nur unvollkommen, geschmolzen völlig zersetzbar.

Spez. Gew.: 2.82—3,2.

Durch die Li-Reaktion (Flammenfärbung) leicht von Biotit, Phlogopit und Muscovit zu unterscheiden.

MUSCOVIT

Form: Wie Biotit. Kristalle sind verhältnismäßig selten, die Längsschnitte ebenfalls von feinen anhaltenden Spaltrissen ∥ (001) durchzogen. Findet sich in Zweiglimmergraniten, in zweiglimmerigen und Muscovitgneisen, im Muscovitschiefer, weit verbreitet in Kontaktgesteinen, z. B. in den aus Grauwacke hervorgegangenen Quarz-Glimmerschiefern und -felsen, auch in klastischen Gesteinen (Grauwacken, Sandsteine), fehlt aber bemerkenswerterweise den Eruptivgesteinen mit Ausnahme der Granite gänzlich.

Optisches: Farblos, blaßgelblich oder blaßgrünlich im Dünnschliffe. Brechung gering: $\alpha = 1{,}562$, $\beta = 1{,}595$, $\gamma = 1{,}603$. Starke Doppelbrechung: $\gamma - \alpha = 0{,}041$, daher die leuchtenden Polarisationsfarben. Nahe der Auslöschung zeigt sich dieselbe Schuppung des Durchschnitts wie bei Biotit. — Achsenebene steht senkrecht auf (010), die spitze negative Bisektrix fällt fast genau mit der Vertikalachse c zusammen, daher in Längsschnitten scheinbar gerade Auslöschung (∥ und ⊥ zu den Spaltrissen). Der Achsenwinkel ist groß, 2E meist 50—90°, in Kalksilikatfelsen oft fast 0°, die Dispersion $\varrho > v$. Auf (001) erscheint ein schönes, vollständiges Achsenbild.

Man kann u. d. M. den Wert des halben Achsenwinkels in Luft nach der Gleichung $\sin E = D \cdot K$ bestimmen; man mißt mittels eines Okularmikrometers, wobei man das Achsenbild mit Bertrandscher Linse und Okular betrachtet (S. 27, Anm.), den Abstand der beiden Hyperbelpole des Achsenbildes in der 45°-Stellung (= 2D), während K einen Faktor bedeutet, welcher bei ein und derselben Linsenkombination konstant ist und für jedes Mikroskop ein für allemal festgestellt wird, indem man an einer Mineralplatte (⊥ auf die spitze Bisektrix geschnitten) von bekanntem oder im Achsenwinkelapparat gemessenem Winkel u. d. M.

2 D ermittelt und nun aus obiger Gleichung K berechnet.[1] Diese Methode der Achsenwinkelmessung ist natürlich nur dann anwendbar, wenn in der Diagonalstellung beide Hyperbelscheitel noch in das Gesichtsfeld fallen, liefert auch nur bei scharfen Interferenzbildern genaue Resultate. Die Dicke des untersuchten Blättchens ist ohne Einfluß. Bei einiger Übung lernt man aus der Entfernung der beiden Augenpunkte oder aus der mehr oder minder großen Vollständigkeit des Interferenzbildes den Winkel 2 E annähernd schätzen.

Muscovit zeigt keinen Pleochroismus, aber um eingewachsene Zirkonkriställchen manchmal lichtgelbe pleochroitische Höfe.

Chemisches: $H_4K_2(Al_2)_3Si_6O_{24}$ mit 45,2 SiO_2, 38,5 Al_2O_3, 11,8 K_2O, 4,5 H_2O. Von HCl und H_2SO_4 nicht angreifbar. Umwandlungserscheinungen sind nicht bekannt; dagegen geht Muscovit seinerseits aus einer ganzen Reihe anderer Mineralien hervor, am häufigsten wohl aus Orthoklas, so daß er z. B. in einem Granit primär und sekundär vorhanden sein kann und dann in manchen Fällen, zumal wenn die Neubildung einigermaßen grobschuppig ausgefallen ist, schwierig oder überhaupt nicht mit Sicherheit auseinandergehalten werden kann.

Spez. Gew.: 2,76—3,1. *H.:* 2—3.

Unterscheidung: Von Tremolit durch das Fehlen der für diesen charakteristischen Spaltbarkeit in Querschnitten und die durchaus gerade Auslöschung in Längsschnitten mit der eigentümlichen Schuppung. Von Zinnwaldit (und Lithionit) durch die Lage der Achsenebene und das Ausbleiben der Li-Reaktion. Von Paragonit und Margarit, Talk und gebleichtem Biotit, s. diese.

SERICIT ist eine feinschuppige, sich etwas fettig anfühlende Aggregationsform des Muscovits, wie sie namentlich an den grünlichen oder gelblichen, seidenglänzenden Sericitschiefern des Taunus, überhaupt in den stark dynamometamorph beeinflußten Orthoklasgesteinen auftritt (Sericitgneise, Porphyroide). U. d. M. liegen die fast farblosen Schüppchen bald annähernd parallel, bald verworren verfilzt. — Der Achsenwinkel ist manchmal recht klein (20—30° in Phylliten). — Unterscheidung von feinschuppigem Talk s. diesen.

PARAGONIT

Farblose, grünliche oder gelbliche, groß- bis kleinschuppige Aggregate bilden besonders den Staurolith und Cyanit führenden Paragonitschiefer vom

1) Über den Gebrauch der Schwarzmannschen Achsenwinkelskalen (zwei gegeneinander verschiebbare, mit Teilung versehene Streifen), wie sie zu solchen Bestimmungen den größeren Mikroskopen (Fueß) beigegeben und für bestimmte Objektive eingerichtet sind, siehe N. Jahrb. f. Min. 1896, I, 52.

Monte Campione am Südabfalle des Gotthardmassivs. Im Schliffe farblos, in Licht- und Doppelbrechung ganz ähnlich dem Muscovit; Achsenebene gleichfalls $\perp$ auf (010), $2E = ca.\ 70°$, Dispersion $\varrho > v$, Auslöschung anscheinend gerade.

Chemische Zusammensetzung: $H_2NaAl_3Si_3O_{12}$. Unangreifbar von Säuren; v. d. L. fast unschmelzbar.

Spez. Gew.: 2,8—2,9. *H.:* 2—2,5.

Unterscheidung von Muscovit chemisch; von Margarit und Talk s. diese.

MARGARIT

Weiße bis perlgraue, im Schliffe farblose, körnig-blätterige oder schieferige Aggregate im Chloritschiefer vom Greiner (Tirol), auch im Smirgel von Kleinasien und Naxos. Muscovitähnlich, $\beta = 1{,}64$, aber $\gamma - \alpha$ nur ca. 0,009; Achsenebene ebenfalls $\perp$ auf (010), $2E$ 76—128°, Dispersion aber $\varrho < v$, und die Auslöschungsschiefe beträgt ca. 6—8°.

Chemische Zusammensetzung: $H_2CaAl_4Si_2O_{12}$. Schmilzt v. d. L. an den Kanten, oft unter Aufschäumen und Leuchten.

Spez. Gew.: 2,99—3,10. *H.:* 3,5—4,5.

Unterscheidung von Muscovit und Paragonit durch die schiefe Auslöschung, schwache Doppelbrechung und chemischen Bestand; von Talk s. diesen.

TALK

Kristallsystem unbestimmt; doch ist Talk in morphologischen und optischen Eigenschaften glimmerähnlich. Fettglänzende blätterige oder schuppige Aggregate, in letzterem Falle die Individuen gern rosettenförmig angeordnet; auch in dichten Massen (Speckstein). Weiß, grünlich oder gelblich im Stück, wie z. B. im Talkschiefer, in Listwäniten und vielen Topfsteinen, auch als Pseudomorphosen nach einer großen Reihe von Mineralien, besonders nach Olivin, Enstatit, Bronzit, Tremolit. Vollkommen spaltbar nach (001), die Blättchen biegsam, nicht elastisch. Die drei Strahlen der Schlagfigur schneiden sich unter 60°.

Im Schliffe farblos mit geringer Lichtbrechung: $\alpha = 1{,}539$, $\beta = 1{,}589$, $\gamma = 1{,}589$, aber stark doppelbrechend, mit lebhaften Polarisationsfarben (wie Muscovit) in Vertikalschnitten: $\gamma - \alpha = 0{,}050$, ebenso $\beta - \alpha$; aber $\gamma - \beta = 0$, d. h. Basisschnitte isotrop. Die Achsenebene liegt $\parallel$ einem Strahle der Schlagfigur. Die spitze negative Bisektrix $\mathfrak{a}$ steht $\perp$ auf (001), daher in Vertikalschnitten gerade Auslöschung. $2E = 6—20°$, das Achsenbild aber wegen mechanischer Deformationen der Blättchen häufig gestört. Dispersion $\varrho > v$.

Chemische Zusammensetzung: $H_2Mg_3Si_4O_{12}$ mit 63,52 SiO_2, 31,72 MgO, 4,76 H_2O. Fast unangreifbar von Säuren; wird mit Kobaltsolution geglüht fleischrot.

Spez. Gew.: 2,69—2,8. *H.:* 1.

Unterscheidung von farblosen Glimmern oft durch den kleinen Achsenwinkel, sicher durch Glühen mit Kobaltsolution.

CHLORIT

Grüne, meist gebogene und unregelmäßig begrenzte Schuppen und schuppige Aggregate von glimmerähnlicher Spaltbarkeit nach (001), ähnlicher Schlagfigur und geringer Härte. Von den Glimmern

unterschieden durch Biegsamkeit (nicht Elastizität), leichte Zersetzbarkeit durch Säuren, Mangel der Alkalien und niedrige Polarisationsfarben. Ihrer chemischen Zusammensetzung nach sind die Chlorite teils isomorphe Mischungen von Serpentinsubstanz (Sp): $H_4Mg_2Si_2O_9$ und Amesitsubstanz (At): $H_4Mg_2Al_2SiO_9$, und werden als Orthochlorite zusammengefaßt; teils fügen sie sich diesem Mischungsgesetz nicht und bilden die Gruppe der Leptochlorite. Gesteinbildend wichtig sind besonders Klinochlor, Pennin und die noch wenig untersuchten Prochlorite.

ORTHOCHLORITE

KLINOCHLOR: Im Chloritschiefer von Zöptau und vom Habachtale. Lichtbrechung gering: $\alpha = 1{,}585$, $\beta = 1{,}588$, $\gamma = 1{,}596$ (in Klinochlor vom Ural); Doppelbrechung: $\gamma - \alpha = 0{,}011$, d. i. ganz bedeutend stärker als die des Pennin (und der übrigen Chlorite), dessen lavendelblaue Polarisationsfarben hier nicht auftreten. Achsenebene ist (010), $2E = 32 - 90°$, $\varrho < v$. Die spitze positive Bisektrix c steht fast senkrecht auf der Basis; doch ist stellenweise eine Schiefe der Auslöschung $c : c = 2 - 7°$ deutlich zu erkennen; sie nimmt im allgemeinen mit der Größe des Achsenwinkels zu. — Pleochroismus sehr merklich: a = b dunkel- bis lauchgrün, c grünlichgelb.

Chemische Zusammensetzung: Mischungen von Sp At bis Sp_2At_3 (siehe oben). Von HCl schwer angreifbar; leicht durch H_2SO_4 zersetzt unter Abscheidung von Kieselsäure, die in der Form des Chlorites zurückbleibt und begierig Farbstoffe aufsaugt. Beim Glühen an der Luft wird Klinochlor (wie auch die übrigen Chlorite) opak und rotbraun oder schwarz.

Spez. Gew.: 2,56 — 2,78. *H.:* 2 (1,5 — 3).

PENNIN: Im Magnetit führenden Chloritschiefer aus dem Zillertale. Lichtbrechung ungefähr wie Klinochlor: $\alpha = 1{,}577$, $\beta = 1{,}577$, $\gamma = 1{,}578$, Doppelbrechung aber sehr schwach: $\gamma - \alpha = 0{,}001$. Charakteristisch ist eine eigentümlich lavendelblaue Polarisationsfarbe wie bei manchem Melilith und Zoisit (Unterschied von Klinochlor). — Achsenwinkel meist so klein, daß das Mineral nahezu optisch einachsig erscheint; Auslöschung anscheinend gerade. Bald optisch positiv, bald negativ; im ersten Falle $\varrho < v$ (und 2 E ausnahmsweise bis 60°), im zweiten $\varrho > v$ (2 E ausnahmsweise bis 49°). — Pleochroismus: a = b blaugrün, c gelb.

Chemische Zusammensetzung: Sp_3At_2. Von HCl und H_2SO_4 zersetzt unter Kieselsäureabscheidung; im übrigen wie Klinochlor.

Spez. Gew.: 2,61—2,77. *H.:* 2—3.

PROCHLORITE: $SpAt_2$. Hierher rechnet man gewundene oder gebogene geldrollenähnliche Säulchen aus fächerförmig gestellten Chloritblättchen (Helminth) mit ähnlichem Pleochroismus, wie die übrigen Chlorite ihn zeigen, ferner die grünen Umwandlungsprodukte des Augits in Diabasgesteinen (nicht zu verwechseln mit den ebenfalls grünen, aber viel lebhafter polarisierenden und durch H_2SO_4 nicht zersetzbaren uralitischen Faseraggregaten), auch die ziemlich losen Anhäufungen um Bergkristalle und Epidotsäulchen alpiner Fundorte, sowie die grünen staubartigen Überzüge auf Adular und anderen Drusenmineralien ebendaher. — Chemisches Verhalten wie Pennin.

LEPTOCHLORITE

THURINGIT: Olivengrüne, schuppige oder feinkörnig blätterige Aggregate, sehr selten in sechsseitigen Blättchen, mit Magnetitkriställchen gemengt im Thuringitschiefer. Im Pulver grün (Unterschied von Chamosit). Im Dünnschliffe zeigen die grünen Schüppchen eine vollkommene Spaltrichtung und deutlichen Pleochroismus: olivengrün ∥ den Spaltrissen, blaßgelblich bis fast farblos ⊥ dazu. Licht- und Doppelbrechung ähnlich wie bei Pennin, auch die lavendelblauen Polarisationsfarben. 2E sehr klein bis 0°. Die spitze negative Bisektrix steht meist ⊥ auf den Spaltflächen, die Schüppchen löschen anscheinend gerade (selten schief mit 1—2°) aus. — Oolithische Struktur und Beimengung von Karbonaten kommt im Gegensatz zu Chamosit nur ganz vereinzelt vor.

Chemische Zusammensetzung: Wesentlich 22—23 SiO_2, 16—18 Al_2O_3, 14—15 Fe_2O_3, 33 FeO mit etwas MgO, 10—11 H_2O. Von Säuren leicht unter Gelatinieren zersetzbar. Verwittert zu Brauneisen.

Spez. Gew.: 3,2. *H.:* 2—2,5.

CHAMOSIT: Grünlichgrau bis grünlichschwarz, meist oolithisch, mit Karbonaten (Calcit, Eisenspat) und Brauneisen gemengt, im Jura von Chamoson, (Wallis), zu Schmiedefeld in Ostthüringen, Kupferberg in Schlesien, auch in lothringischen Eisenoolithen. Im Pulver graulichweiß (Unterschied von Thuringit). Im Schliffe grün, aber mit ausgesprochenem Stich ins Bläuliche. Deutlich pleochroitisch: grünlich ∥ der Lamellierung, blaßgelblich ⊥ dazu; lavendelblaue Polarisationsfarbe, etwas lebhafter und kräftiger als bei Thuringit. Meist deutlich zweiachsig ⊥ auf der Lamellierung; gerade Auslöschung.

Chemische Zusammensetzung: Wesentlich ca. 26 SiO_2, 19 Al_2O_3, 38—42 FeO, 3—4 MgO, 11—13 H_2O. Von Säuren leicht zersetzbar mit Hinterlassung eines Kieselskeletts. Verwittert zu Brauneisen.

Spez. Gew.: > 3. *H.:* 5,5 (Unterschied von allen anderen Chloriten).

DELESSIT: Olivengrünes bis schwärzlichgrünes Mandelmineral, weit verbreitet in Melaphyrmandelsteinen, die Aggregate oft konzentrisch schalig. Im Schliffe werden die schuppigen bis kurzfaserigen Individuen grünlich durchsichtig ∥ zur Faserrichtung, gelblich bis fast farblos ⊥ dazu. Licht- und Doppelbrechung ähnlich wie bei Klinochlor, daher bedeutend lebhaftere Polarisationsfarben als Pennin und Prochlorite.

Chemische Zusammensetzung: 29—32 SiO_2, 15—18 Al_2O_3, 2—8 Fe_2O_3, 12—18 FeO, 15—20 MgO, 12—15 H_2O. Von Säuren sehr leicht unter Abscheidung flockiger Kieselsäure zersetzbar.

Spez. Gew.: 2,5—3,0. *H.:* 2—2,5.

GLAUKONIT

Rundliche Körnchen von schwärzlichgrüner Farbe, oft die Steinkerne von Foraminiferen bildend, daher mitunter in kleinen, traubigen Gruppen. Im Dünnschliffe gelbgrün bis blaugrün, chloritähnlich, feinkörnig oder blätterig und dann pleochroitisch. Licht- und Doppelbrechung schwach.

Chemische Zusammensetzung schwankend; hauptsächlich ein wasserhaltiges Silikat von Fe_2O_3 mit etwas K, FeO und wenig Al_2O_3. Wird von heißer, konzentrierter HCl langsam zersetzt; wobei Kieselsäure in der Form der Körnchen zurückbleibt.

Spez. Gew.: 2,3—3. *H.:* 2.

Findet sich in glaukonitischen Kalksteinen und Sandsteinen, lose im Glaukonitsand und im marinen Grünschlamm.

CHLORITOID (OTTRELITH)

Form: Sechsseitige oder rundliche glimmerartige Blättchen mit einer weniger vollkommen basischen Spaltbarkeit als Glimmer; in den leistenförmigen Längsschnitten treten diese Spaltrisse nur bei großer Dünne des Schliffes deutlich hervor; auf (001) erscheint eine weitere Spaltbarkeit nach zwei Randflächen; die wenig zahlreichen und oft absetzenden Risse bilden ca. 120°. Außerdem finden sich häufig unregelmäßig verlaufende Sprünge. — Im Ottrelithschiefer (Ottrelithphyllit) von Ottré in den Ardennen gewahrt man schon im Handstücke die schwärzlichgrünen Scheibchen; graugrün im Dünnschliffe. Häufig sind Zwillinge, wobei die Individuen mit der Basis verwachsen und gegeneinander um 120° verwendet sind. Längsschnitte zeigen dann im polarisierten Lichte bald lamellaren Bau, wobei sich oft vier Felder herausheben (Fig. 79, *a*), bald sanduhrähnliche Formen (Fig. 79, *b*). Sie führen hier eine Unzahl von Einschlüssen, besonders Quarzkörnchen, Eisenerz, Kohlepartikel, Rutil- und Turmalinsäulchen, die ihnen ein siebartig durchbrochenes Ansehen geben. — Sehr arm an Einschlüssen und von reiner grünlichblauer Farbe erweisen sich die unregelmäßig begrenzten Chloritoidschuppen aus dem Chloritoidschiefer von Markneukirchen im sächsischen Vogtlande.

Fig. 79

Optisches: Grünlichgrau, lauchgrün oder schwärzlichgrün im Handstücke, grün oder blau im Dünnschliffe, kanadische Vorkommen

auch zonar mit dunklem Kern und hellen Rändern. Lichtbrechung stark: $\beta = 1{,}741$; besonders die einschlußfreien Querschnitte (Markneukirchen) treten mit dunklen Rändern und bedeutendem Relief hervor. Doppelbrechung mäßig: $\gamma - \alpha = 0{,}015$. In Basisschnitten halbiert die Auslöschungsrichtung den Spaltwinkel von 120° (d. h. sie geht parallel einem Seitenpaare bei sechsseitiger Umgrenzung); geringe Abweichungen hiervon sind wohl eher durch die häufigen Knickungen, als durch einen etwa triklinen Charakter bedingt. Die Achsenebene liegt ⊥ zu dieser Richtung; die spitze positive Bisektrix c bildet mit der Vertikalachse c 12—21°, wie namentlich an Zwillingen im Längsschnitt gut zu konstatieren ist; doch kann die Auslöschungsschiefe bis nahezu 0° heruntergehen. Auf der Basis tritt die spitze Bisektrix mit wechselnder Schiefe aus; bisweilen ist aus den oben angeführten Ursachen eine doppelte Schiefe (Abweichung vom Zentrum und von der Symmetrieebene) wahrzunehmen. Der Achsenwinkel $2E = $ ca. 88° mit starker Dispersion $\varrho > v$ ($2E_\varrho = 95°$, $2E_v = 79°$), so daß oft in weißem Lichte keine vollständige Auslöschung zu erreichen ist. — Pleochroismus deutlich: In Basisschnitten a (∥ der Achsenebene) olivengrün, b (⊥ dazu) pflaumen- bis indigoblau, c (in Längsschnitten) gelblichgrün bis fast farblos.

Chemisches: $H_2FeAl_2SiO_7$, darin Fe teilweise durch Mg vertreten; der Ottrelith von Ottré führt 6,1 % MnO. Von HCl nicht angegriffen, von konzentrierter H_2SO_4 zersetzt.

Spez. Gew.: 3,45—3,55. *H.:* 6—7 (ritzt Glas).

Unterscheidung von Chlorit durch höhere Lichtbrechung, große Härte und das Verhalten gegen Säuren.

EPIDOT und KLINOZOISIT

Form: Kristalle in der Richtung der Orthodiagonale säulenförmig (Fig. 80), hauptsächlich von (001), (100) und ($\bar{1}$01) begrenzt; Prismen- und Pyramidenflächen fehlen meist. Durchschnitte ∥ b sind daher leistenförmig, ⊥ darauf sechsseitig oder (wenn das Orthopinakoid fehlt) rhombisch. Weit häufiger bildet Epidot Stengel (Fig. 81) in bisweilen radialstrahliger Anordnung oder körnige Aggregate. Zwillinge nach (100) sind verhältnismäßig selten; die Durchschnitte zerfallen dann entweder in zwei Hälften

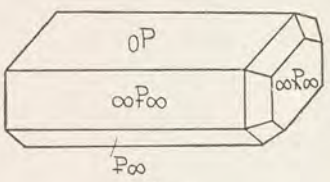


Fig. 80

oder zeigen schmale, zwischen diese eingelagerte Zwillingslamellen. — Eine vollkommene Spaltbarkeit nach (001) kommt in großen Individuen und besonders in dünnen Schnitten als scharfe Risse zum Ausdruck; die kleinen Partikel zeigen sie nicht. Eine zweite unvollkommene Spaltbarkeit nach (100) trifft die erste in Schnitten $\perp$ zu b unter einem Winkel von 115° 24′. Zwillinge verraten sich durch die dachartig unter ca. 129° aufeinander stoßenden basischen Spaltrisse im klinopinakoidalen Schnitt schon im gewöhnlichen Lichte.

Zum Studium eignen sich besonders Epidotfelse oder Epidosite verschiedener Fundorte, Grünschiefer, Epidotgneise und Epidotamphibolite, sowie viele Kalksilikat-Hornfelse. Als Umwandlungsprodukt, besonders aus gemeiner Hornblende entstanden, findet er sich fast regelmäßig in Dioriten, Syeniten, Hornblendegraniten. Nicht minder häufig geht er aus Plagioklas hervor, dessen Schnitte die körneligen, stark lichtbrechenden und lebhaft polarisierenden Massen nach und nach so erfüllen, daß förmliche Pseudomorphosen von Epidot nach Plagioklas entstehen. Ganze Gesteine (Diabas, Diorit, Augitporphyrit) können auf diesem Wege in Aggregate von vorwiegendem Epidot umgewandelt werden.

Fig. 81. Epidot in Glaukophanschiefer. Vergr. 30

Optisches: Die körnigen Aggregate sind im Handstücke an ihrer charakteristisch zeisiggrünen Farbe unschwer zu erkennen. Im Dünnschliffe zitronengelb, blaßgelblich bis farblos; mitunter ist der Kern lebhafter gefärbt. Lichtbrechung stark: bei Epidot $\alpha = 1{,}730$, $\beta = 1{,}754$, $\gamma = 1{,}768$; etwas geringer bei dem eisenarmen Klinozoisit: $\alpha = 1{,}716$, $\beta = 1{,}718$, $\gamma = 1{,}724$; daher das bedeutende Relief. Doppelbrechung bei Epidot stark: $\gamma - \alpha = 0{,}038$ (an Epidot aus Schiefern der Insel Groix $\gamma - \alpha = 0{,}056$); daher die sehr lebhaften Polarisationsfarben, wodurch sich z. B. in Amphibolgesteinen selbst kleine Körnchen unter + Nic. mit aller Deutlichkeit hervorheben; viel schwächer bei Klinozoisit: $\gamma - \alpha = 0{,}008$.

Achsenebene ist immer (010), 2 V um die der Vertikalachse zunächst liegende negative Bisektrix mit Abnahme des Eisengehalts wachsend: 73 bis 90° bei Epidot, 90—100° bei Klinozoisit, so daß hier c spitze und zwar positive Bisektrix wird. Die negative Bisektrix a bildet mit der Vertikalachse c 2—3° (Fig. 82). Die leistenförmigen Schnitte der orthodiagonalen Zone löschen also parallel und senkrecht zu den Spaltrissen aus, während in Schnitten ⊥ auf b die Auslöschungsschiefe gegen die basischen Spaltrisse ca. 28° beträgt. Alle Schnitte der b-Zone geben im konvergenten Lichte entweder Achsen- oder Bisektrizenaustritte. Dispersion beim Epidot schwach $\varrho > v$, bei Klinozoisit aber sehr merkbar $\varrho < v$. Infolge der beträchtlichen Bisektrizendispersion erhält man in gewissen, nicht auf der Achsebene normalen Schnitten im parallelen Lichte keine völlige Auslöschung, sondern grünlichgelbe und graublaue Farbentöne zu beiden Seiten des Dunkelheitsmaximums. — Pleochroismus bei Epidot: a farblos bis hellgelblich, b gelblichgrün (bis farblos), c zeisiggrün oder zitronengelb; bei Klinozoisit fehlt er bisweilen ganz.

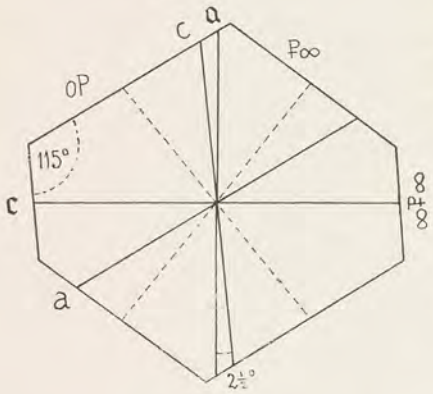


Fig. 82

Chemisches: $HCa_2(Al, Fe)_3Si_3O_{13}$. Eisenarme Varietäten heißen Klinozoisit. In rohem Zustande von Säuren nicht angegriffen; schmilzt v. d. L. um so leichter, je eisenreicher er ist und wird dann von HCl leicht unter Gelatinieren zersetzt.

Spez. Gew.: 3,3—3,5. *H.:* 6—7.

Unterscheidung: Von farblosem Augit durch die stets gerade Auslöschung in den leistenförmigen Schnitten, die Lage der Achsenebene senkrecht zu den Spaltrissen in diesen Durchschnitten, oft schon durch die zeisiggrüne oder zitronengelbe Farbe. Von Zoisit unterscheidet sich Epidot durch starke Lichtbrechung und lebhafte Polarisationsfarben; Klinozoisit ist von Zoisit β im Schliffe kaum mit Sicherheit zu trennen. Der gleichfalls nach der Orthodiagonale gestreckte Wollastonit ist immer farblos im Dünnschliffe und gelatiniert schon ungeschmolzen und ungeglüht mit HCl. Titanit ist in kleinkörnigen Haufwerken an den noch höheren weißlichgrauen Polarisationsfarben (ganz ähnlich denjenigen des Calcits) gut kenntlich.

PIEMONTIT

Schwärzlichrot im Handstücke. Kristallform und Spaltbarkeit wie Epidot und wie dieser zumeist in Stengeln und körnigen Aggregaten. Im Dünnschliffe leicht kenntlich an seiner Farbe: a zitronengelb bis orange, b amethystfarben oder rosa, c lebhaft karminrot. Achsenebene ist (010) wie bei Epidot; die positive spitze Bisektrix c bildet mit der Vertikalachse c etwa 83—86° im stumpfen Winkel β (ca. 32° mit a oder den basischen Spaltrissen), die der Vertikalen zunächst liegende stumpfe Bisektrix mit dieser also 4—7°; die Dispersion ist merklich, $2V = 85°$ bei Mn-ärmeren, $> 90°$ bei Mn-reichen Arten, die dann optisch positiv sind. — Sehr schön in japanischem Piemontitschiefer, woselbst die Stengel durch Gebirgsdruck in eine Reihe hintereinander liegender Glieder auseinandergezogen sind. Als Körner findet er sich neben ähnlich rotem Withamit und Thulit in ägyptischem Hornblendeporphyrit (dem Porfido rosso antico).

Chemische Zusammensetzung: $HCa_2(Al, Mn)_3Si_3O_{13}$, d. i. ein Mangan-epidot. Verhalten gegen Säuren wie Epidot.

Spez. Gew.: 3,4. *H.:* 6,5.

ORTHIT

In Eruptivgesteinen Kristalle von der Form des Epidot, doch auch gestreckt nach c und tafelig nach (100); in kristallinen Schiefern weniger gut begrenzt. Zwillinge nach (100) sind nicht häufig, Sprünge von unregelmäßigem Verlaufe. — Schwarzbraun bis pechschwarz und glasglänzend auf Bruchflächen im Handstücke, rotbraun oder grünlichbraun im Dünnschliffe. Lichtbrechung stark: $\beta = 1{,}68$ und darüber; Doppelbrechung gleichfalls bedeutend: $\gamma - \alpha = 0{,}032$; doch werden die Polarisationsfarben meist von der Eigenfarbe verdeckt. An einigen Fundorten kommen völlig einfachbrechende Kristalle vor. Achsenebene ist (010), a : c etwa 37° im spitzen Winkel β, der Charakter der Doppelbrechung unbekannt. Pleochroismus merklich: a kastanienbraun, b hell gelblichbraun, c dunkel graubraun. Andere Varietäten zeigen a grünlichbraun, b rötlichbraun, c braungelb. — Als akzessorischer makroskopischer Gemengteil in manchen Graniten, im Syenit (Plauenscher Grund bei Dresden), in Gneisen und Amphiboliten des Schwarzwaldes. — Über Parallelverwachsung von Orthit und Epidot siehe Min. u. petr. Mitteil. XI, 1889, 1.

Chemische Zusammensetzung: $H(CaFe)_2(AlCe)_3Si_3O_{13}$; außer Ce auch Di, La und Y führend. Von HCl wird mancher Orthit vollständig unter Abscheidung gelatinöser Kieselsäure zersetzt, mancher kaum angegriffen.

Spez. Gew.: 3,5—3,8. *H.:* 5,5—6.

Unterscheidung: Von Melanit und braunem Spinell durch die Doppelbrechung; auch findet sich ersterer nicht in kristallinen Schiefern und sauren Eruptivgesteinen, Orthit nicht in basischen. Von Biotit und brauner Hornblende durch den Mangel an Spaltbarkeit.

TITANIT

Form: Kristalle von verschiedenem Habitus: an den einen herrscht $(\bar{1}23)$; dazu treten hauptsächlich noch (011), (001) und $(\bar{1}01)$, Fig. 83, aus welcher sich auch die Form der Durchschnitte,

spitzrhombisch oder lang leistenförmig mit beiderseitiger Zuschärfung, ergibt; Zwillinge kommen selten vor. So findet sich Titanit besonders in Syeniten (Meißen, Plauenscher Grund bei Dresden u. a. O.), oft schon im Handstücke als dunkelbraune oder gelbbraune, stark glänzende Kriställchen sichtbar. Die unvollkommene Spaltbarkeit nach dem Prisma liefert nur wenige und grobe Risse, die den Umrißlinien der Durchschnitte nicht parallel verlaufen. Von derselben Ausbildung, bald ebenfalls rotbraun, bald blaß graugelblich, trifft man den Titanit in Hornblendegraniten, seltener in Dioriten; er bevorzugt augenscheinlich die Eruptivgesteine mit grüner gemeiner Hornblende. — Einschlüsse (z. B. Eisenerzkörnchen) sind

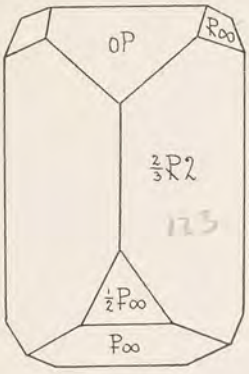


Fig. 83

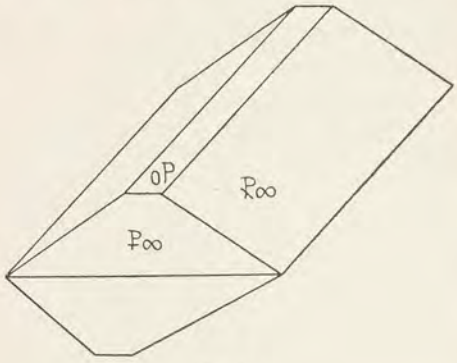


Fig. 84

recht selten, da Titanit hier einer der zuerst verfestigten Gesteinsgemengteile ist.

Andere Kristalle sind nach dem vorwaltenden (011) gestreckt und weisen untergeordnet ($\bar{1}01$) und ($\bar{1}23$) auf. Sie ergeben gleich den vorigen spitz rhombische und zugeschärft leistenförmige Durchschnitte und finden sich, blaßgelblich bis nahezu farblos, besonders in Alkali- und Eläolithsyeniten und Phonolithen, gleichfalls oft schon im Handstücke erkennbar. Zwillingsbildung nach der Basis ist weit verbreitet, wobei die Zwillingsnaht in der langen Diagonale der rhombischen Durchschnitte verläuft (Fig. 84). Einschlüsse fehlen hier fast gänzlich.

Einem dritten Typus begegnet man in kristallinen Schiefern: Hornblendegneisen, vielen Amphiboliten und Amphibolschiefern. Hier sind es spindelförmige Kriställchen, hauptsächlich begrenzt von (110) und ($\bar{1}23$), welche indessen diese Form oft nur roh wiedergeben und bis zu ovalen oder tropfenartigen Körnern verstümmeln. Zwillingsbildung und Einschlüsse fehlen meist gänzlich.

Außer primärem Titanit gibt es noch sekundären, aus Titanmineralien (vorzugsweise aus Titaneisen) hervorgegangen. Er bildet körnige Aggregate von verschiedenem Grade der Feinheit, selten faserige Rinden, und umschließt oft noch Reste des Mutterminerals, z. B. schwarzes Titaneisen.

Optisches: Die gesteinbildenden (nicht in Hohlräumen aufgewachsenen) Titanite erscheinen im Handstücke als braune (Syenit) oder honiggelbe (Phonolith) Kriställchen von starkem Glanz, im Dünnschliffe rötlichbraun, blaß gelblichgrau oder fast farblos. Die Zahlen für Brechung und Doppelbrechung gehören mit zu den höchsten, welche gesteinbildende Mineralien überhaupt aufweisen: $\alpha = 1{,}899$, $\beta = 1{,}905$, $\gamma = 2{,}008$ im Mittel; daher das bedeutende Relief, die starke randliche Totalreflexion und die ausgesprochen runzelige Oberfläche in nur einigermaßen größeren Durchschnitten. — $\gamma - \alpha = 0{,}109$; deswegen (wie bei Calcit) nur die unbestimmten weißlichen irisierenden Polarisationsfarben hoher Ordnungen. Am Titanit vom St. Gotthard wurde $\gamma - \alpha = 0{,}121$, vom Schwarzenstein im Zillertale 0,140 gemessen. Achsenebene ist (010), liegt also in der kurzen Diagonale der rhombischen Schnitte; die spitze positive Bisektrix c steht fast senkrecht auf (1̄02), $\mathfrak{a} : c =$ ca. 39° (Fig. 85). Die Dispersion ist stark, $\varrho > v$; $2E_\varrho = 55°$, $2E_v = 34°$ (im Titanit vom St. Gotthard $2E_{li} = 57°$, $2E_{tl} = 48°$, vom Schwarzenstein im Zillertale $2E_{li} = 51°$, $2E_{tl} = 40°$); Schnitte, die nicht der orthodiagonalen Zone angehören, löschen deshalb nicht mehr vollständig aus. — Pleochroismus wird nur in den gefärbten Varietäten deutlich wahrgenommen: $\mathfrak{a}$ fast farblos, $\mathfrak{b}$ gelblich, c rotgelb bis bräunlichrot.

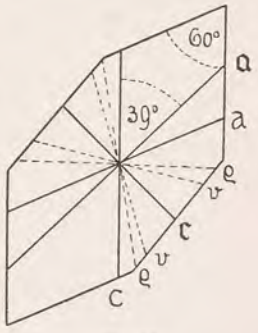


Fig. 85

Chemisches: $CaSiTiO_5$ mit 30,27 SiO_2, 41,51 TiO_2, 28,22 CaO, in den braun gefärbten geringer Fe-Gehalt. Von HCl nicht angreifbar, von H_2SO_4 zersetzbar; Wasserstoffsuperoxyd färbt diese Lösung orangerot. Bei der Umwandlung bedeckt sich Titanit mit einer trüben, erdigen, im auffallenden Lichte bräunlichgelben Kruste von unbekannter Zusammensetzung (z. B. in unfrischem Meißener Syenit), welche ihrem Ansehen nach an die Leukoxenrinde der Titaneisenkörner erinnert; in der Regel ist damit eine Abscheidung von $CaCO_3$ verbunden. Andere, seltenere Umsetzungen sind beobachtet worden in Rutil, Anatas, Perowskit; bisweilen bildet sich

auf Spaltrissen des Titanits ein schwarzes, blätteriges Eisenerz, wahrscheinlich Titaneisen.

Spez. Gew.: 3,4—3,6. *H.:* 5—5,5.

Unterscheidung: Von Epidot in kleinen Individuen und kleinkörnigen Aggregaten siehe diesen.

GIPS

Blätterige, körnige oder dichte Massen, farblos oder weiß, oft gefärbt. Die Individuen spalten vollkommen nach (010); weniger scharfe, kurze Risse nach (101) bilden auf (010) mit der Vertikalachse 66°. Zwillingslamellierung nach (100) ist nicht selten, desgleichen Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse. — Im Schliffe farblos mit geringer Lichtbrechung: $\alpha = 1{,}521$, $\beta = 1{,}523$, $\gamma = 1{,}530$; Doppelbrechung schwach: $\gamma - \alpha = 0{,}009$. Achsenebene ist (010); die spitze positive Bisektrix bildet mit der Vertikalachse ca. 53° im stumpfen Winkel β.

Chemische Zusammensetzung: $CaSO_4 + 2H_2O$ mit 32,55 CaO, 46,52 SO_3, 20,93 H_2O. In Wasser und Säuren nur wenig löslich.

Spez. Gew.: 2,2—2,4. *H.:* 1,5—2.

Von Anhydrit, mit welchem er oft zusammen vorkommt, durch geringe Doppelbrechung, schiefe Auslöschung und Trübung beim Erhitzen zu unterscheiden.

KAINIT

Selten in tafeligen Kristallen, fast immer als feinkörnige Aggregate in der Hutzone von Kalisalzlagern, farblos, gelblich, rötlich, selten blau (und dann pleochroitisch: a violett, b blau, c gelblich), die Individuen vollkommen spaltbar nach (100), deutlich nach (111). Achsenebene ist (010); die negative spitze Bisektrix bildet mit c 10—11° im spitzen Winkel β. Lichtbrechung schwach: $\alpha = 1{,}495$, $\beta = 1{,}506$, $\gamma = 1{,}520$; stark doppelbrechend: $\gamma - \alpha = 0{,}025$. $2V = 84°$.

Chemische Zusammensetzung: $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$, leicht löslich in Wasser.

Spez. Gew.: 2,13. *H.:* 3.

KIESERIT

Sehr feinkörnige bis dichte Aggregate, farblos, oft grau, auch gelblich, grünlich oder rötlich gefärbt, als Lagen im Steinsalz und Gemengteil des Hartsalzes. Die Körnchen sind bald zu lockeren Haufwerken vereinigt (Einschlüsse in Steinsalz und Carnallit), bald zu marmorartigem Gefüge dicht zusammengeschlossen, oder das Mineral bildet ein Netzwerk dünner bis gröberer Leistchen mit Steinsalz in den Lücken. Eine vollkommene Spaltbarkeit verläuft nach (111) und (113), eine Zwillingslamellierung nach (111). Achsenebene ist (010); die spitze positive Bisektrix bildet mit c 76—77° im stumpfen Winkel β. Lichtbrechung schwach: $\alpha = 1{,}521$, $\beta = 1{,}533$, $\gamma = 1{,}585$, Doppelbrechung recht stark: $\gamma - \alpha = 0{,}064$, $2E = 90°$.

Chemische Zusammensetzung: $MgSO_4 \cdot H_2O$, in Wasser sehr langsam, aber völlig löslich; wandelt sich an der Luft bald in einen Filz von Bittersalznädelchen ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) um, die als Ausblühung erscheinen.

Spez. Gew.: 2,57. *H.:* 3—3.5.

ORTHOKLAS (u. SANIDIN)

Form: Kristalle in porphyrischen und porphyrartigen Gesteinen, hauptsächlich begrenzt von P = (001), M = (010), T und l = (110), x = ($\bar{1}$01) und y = (2$\bar{0}$1), mehr oder weniger tafelförmig nach M (Fig. 86, *a*) oder auch säulenartig gestreckt nach a, in welchem Falle P und M vorwiegen (Fig. 86, *b*). Die Form der Durchschnitte ist aus den Figuren zu ersehen. Eine sehr vollkommene Spaltbarkeit nach P, sowie eine zweite fast gleich vollkommene nach M treten besonders in dünnen Schnitten als scharfe, gerade und anhaltende Risse hervor, weniger gut in dickeren Schliffen. Übrigens sind in den Präparaten diese beiden Spaltrichtungen nicht immer voneinander zu unterscheiden, da die zweite an Vollkommenheit die erste manchmal erreicht; in anderen Fällen tritt sie stark gegen die basische Spaltbarkeit zurück, deren zahlreiche Sprünge

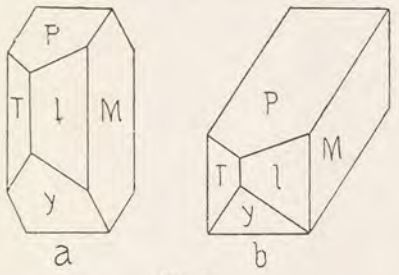


Fig. 86

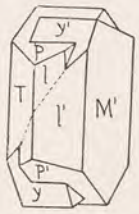


Fig. 87

in Schnitten nach M einen Winkel von ca. 64° mit der Vertikalachse c bilden. Man möge sich, um ein Bild von dem Verlaufe der Spaltrisse in den hauptsächlichsten Durchschnitten zu bekommen, die Sprunglinien in die Schnittfiguren nach den beiden vertikalen Pinakoiden sowie senkrecht zu c eintragen.

Fast ebenso häufig wie einfache Kristalle finden sich in den Gesteinen Zwillinge. Am verbreitetsten sind solche nach dem Karlsbader Gesetz, bei welchem (100) Zwillingsebene, M die Verwachsungsfläche ist (Fig. 87). In Durchschnitten aus der orthodiagonalen Zone verläuft die Zwillingsnaht parallel M als gerade (mitunter weniger regelmäßig als gebogene oder geknickte) Linie. Die Umrisse der Durchschnitte geben über diese Art der Zwillingsbildung zumeist keinen Aufschluß, auch nicht die Spaltbarkeit nach M, deren Linien in beiden Individuen übereinstimmend verlaufen, wohl aber die basischen Spaltrisse, die in allen nicht auf M senkrecht stehenden Durchschnitten in wechselndem Winkel aufeinander

stoßen und besonders an dem Verhalten unter + Nic. Bekannt sind die aus porphyrartigem Granit herausgelösten großen Karlsbader Orthoklaszwillinge. Im Handstücke (Granit, Syenit, manche Quarzporphyre) erkennt man sie oft an dem ungleichen Einspiegeln der beiden Hälften eines durchgebrochenen Kristalls. — Seltener sind die Zwillinge nach dem Bavenoer Gesetz, bei welchem ein Klinodoma (021) Zwillings- und fast immer auch Verwachsungsebene ist (Fig. 88). Sie kommen besonders an den nach a gestreckten Kristallen vor und sind dann in den langrechteckigen Schnitten nach P und M im gewöhnlichen Lichte weder an den Umrißlinien noch am Verlaufe der Spaltrisse zu erkennen; dagegen liegt in den nahezu quadratischen Durchschnitten nach (100) die Zwillingsnaht in der Richtung der einen Diagonale, und die basischen Spaltrisse treffen fast rechtwinkelig aufeinander (über die Erscheinungen im polarisierten Lichte siehe unten: Optisches). — Noch spärlicher sind Zwillinge nach dem Manebacher Gesetz; Zwillings- und Verwachsungsebene ist P (Fig. 89); hauptsächlich nach a säulenförmige Kristalle werden hiervon betroffen. Da in allen Schnitten die Spaltbarkeit beider Individuen gleichsinnig verläuft und auch die Umrisse im Dünnschliffe fast nie einspringende Winkel zeigen, so ist diese Art der Zwillingsbildung nur im polarisierten Lichte zu ermitteln. — Verwickelte Gebilde entstehen dadurch, daß Karlsbader Zwillinge z. B. ihrerseits wieder nach dem Bavenoer oder Manebacher Gesetz verwachsen, Manebacher Zwillinge nach dem Bavenoer Gesetz usw.

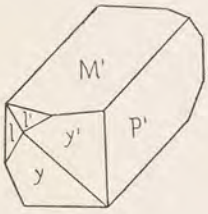


Fig. 88

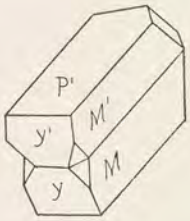


Fig. 89

Gut ausgebildeten Kristallen begegnet man in Quarzporphyren unter den Einsprenglingen, die schon mit bloßem Auge im Dünnschliffe (wie im Handstücke) an ihrem durch mehr oder weniger weit vorgeschrittene Zersetzung bedingten trüben Aussehen von den wasserhellen Quarzschnitten zu unterscheiden sind. Ein Teil dieser Durchschnitte aber erweist sich unter + Nic. durch seine vielfache Zwillingslamellierung als dem Plagioklas angehörig. Ähnliche Orthoklasausscheidungen enthalten die Orthoklasporphyre. — In Graniten und Syeniten vorwiegend als Kristallkörner ausgebildet, meist nur gegen Quarz selbständig begrenzt, nicht aber gegen Glimmer und Hornblende. Es hängt dies damit zusammen,

daß im allgemeinen die Festwerdung des Orthoklases derjenigen der dunklen Gemengteile folgt, der des Quarzes vorausgeht. Karlsbader Zwillinge sind weit verbreitet, Bavenoer gelegentlich vorhanden. Eine Ausnahme ist es, daß im Granit von S. Fedelino am Lago Maggiore der Orthoklas größtenteils in Bavenoer Zwillingen vorkommt (nach Viola). Auch in diesen Tiefengesteinen tritt neben Orthoklas Plagioklas auf, spärlich im Syenit, reichlicher im Granit, besonders bei Vorherrschen der dunklen Gemengteile; er ist an der polysynthetischen Zwillingsstreifung im polarisierten Lichte leicht zu unterscheiden. — Gar keine kristallographische Umgrenzung zeigt der Orthoklas im Gneis.

Mechanische Beeinflussung (durch Gebirgsdruck oder Bewegungen im zähen Magma) erzeugt ganz ähnliche Erscheinungen des Zerbrechens, randlicher oder totaler Zertrümmerung und unregelmäßig undulierender Auslöschung, wie sie z. B. die Quarzkörner gequetschter Granite an sich tragen. Auch chemische Korrosion, meist in einer Abschmelzung der Kristalle bis zu rundlichen Körnern, seltener in zungenartigem Eingreifen der Grundmasse bestehend, kommt z. B. in Quarzporphyren vor.

Die Einschlüsse sind recht mannigfacher Natur. Selten werden solche einer Flüssigkeit wahrgenommen und dann nur in frischem Orthoklas; sie werden wohl meist durch die mit der Zersetzung eintretende Trübung verdeckt oder zerstört. Eisenerze, Apatitnädelchen, Quarzkörner, Glimmerschüppchen u. dgl. sind primärer Natur; als sekundäre Einlagerungen erscheinen rote oder gelbe Eisenglanzhäute auf Spaltrissen (z. B. im Syenit von Meißen, vom Plauenschen Grunde) oder, durch Umsetzung aus Orthoklas hervorgehend, blätterige und feinschuppige Aggregate von Muscovit, dessen Lamellen mitunter parallel P und M liegen und dann in Schnitten nach dem Orthopinakoid zwei sich rechtwinkelig durchkreuzende Systeme bilden; auch blaßgelbliche, lebhaft polarisierende Körnerhaufen von Epidot und trübe Massen von Kaolin erfüllen als Neubildungsprodukte den Orthoklas.

Wenn wasserhelle, zuweilen hohle Quarzstengel in untereinander paralleler Stellung ein Orthoklasindividuum durchwachsen, ohne daß sie zugleich auch diesem gegenüber gesetzmäßig kristallographisch orientiert sind, dann entstehen schriftgranitische oder mikropegmatitische Bildungen. In Durchschnitten senkrecht zu den Quarzstengeln erscheinen diese in dem meist trüben Feldspate als wasserklare Drei- oder Vierecke, Rhomben und mancherlei

andere geschlossene oder offene und dann von Orthoklassubstanz erfüllte Figuren, in Schnitten parallel zu den Stengeln als annähernd gleichlaufend begrenzte Streifen (Fig. 90). In beiden Fällen zeigen die gleichen Polarisationsfarben und die gleichzeitige Auslöschung die Zusammengehörigkeit je einer Gruppe von Quarzstengeln zu einem Individuum. Sehr schön, wenn auch klein, zeigen sich diese Verwachsungen in den Granophyren, groß in Pegmatiten. Handelt es sich um wurmförmig gekrümmte Quarzstengel, dann spricht man von myrmekitischer Durchwachsung (Granite, Gneise).

Besonders in Alkaligraniten und -syeniten finden sich Verwachsungen von Orthoklas mit unregelmäßigen, schmalen, spindelförmigen Lamellen von Albit oder einem dem Albit nahestehenden Plagioklase, die ungefähr parallell (100) liegen. Solche mikroperthitische Bildungen sind besonders in Schnitten aus der Prismenzone deutlich sichtbar, wo die spindel- oder flammenförmigen Albiteinlagerungen manchmal schon im gewöhnlichen Lichte an ihrer etwas höheren Brechung (namentlich bei schiefer Beleuchtung) und an der frischeren Substanz kenntlich sind, sich aber besonders unter + Nic. durch höhere Polarisationsfarben und abweichende Auslöschungsschiefe hervorheben. In den meisten sächsischen Granuliten erscheint der Orthoklas geradezu feinfaserig infolge sehr geringer Dimensionen der Albitspindeln. Bei submikroskopischer Feinheit der Albitspindeln resultiert der Natronorthoklas oder Kryptoperthit in Alkaligesteinen (Nordmarkit, Pulaskit; farbenschillernd bei Frederiksvärn in Südnorwegen). — Den umgekehrten Fall, die Durchwachsung von Plagioklasindividuen durch Orthoklasspindeln, beschrieb F. E. Suess als Antiperthit aus kristallinen Schiefern (besonders hypersthenführenden Granuliten und Gneisen). — Eine randliche Umwachsung von rotem Orthoklas durch graugrünen Plagioklas findet sich u. a. im Rapakiwi; hier wie auch an den Orthoklaseinsprenglingen des Granitporphyrs von Beucha bei Leipzig bemerkt man oft schon mit bloßem Auge zonenförmig angeordnete dunkle Einschlüsse.

Fig. 90.

Optisches: Weiß, gelblich oder rot (durch feinverteiltes Eisenoxyd) im Handstücke, selten graublau; im Dünnschliffe farblos. Lichtbrechung gering: $\alpha = 1{,}518$, $\beta = 1{,}522$, $\gamma = 1{,}526$ (für Adular); daher weder Relief noch Runzelung der Oberfläche. Doppelbrechung noch etwas geringer als Quarz: $\gamma - \alpha = 0{,}008$, die anderen beiden

Differenzen nur je 0,004. Die Achsenebene steht senkrecht auf M und bildet mit der Basis ca. 5° im stumpfen Winkel γ; um ebensoviel ist die spitze negative Bisektrix $\mathfrak{a}$ gegen a geneigt; die Neigung schwankt zwischen 3 und 7°, steigt bei hohem Na-Gehalte im Natronorthoklas (Kryptoperthit) auf 12°. Die stumpfe Bisektrix $\mathfrak{c}$ fällt mit b zusammen (vereinzelt wurde $\mathfrak{c} = \mathfrak{b}$ als spitze Bisektrix befunden), die optische Normale $\mathfrak{b}$ bildet mit der Vertikalachse c etwa 21° im stumpfen Winkel β (Fig. 91). Der Achsenwinkel $2E = 119—125°$, die Dispersion deutlich horizontal und $\varrho > v$. Schnitte aus der orthodiagonalen Zone löschen nach dem Vorhergehenden sämtlich gerade aus; solche nach (010) etwa 5° gegen die basischen Spaltrisse (oder die Kante P:M) und ca. 21° gegen c (oder die Kante T:M). Orthopinakoidale Schnitte zeigen ein fast vollkommenes Achsenbild, die übrigen aus der vertikalen Zone Achsen- oder Bisektrizenaustritt, immer aber so, daß die Achsenebene sehr nahe der vollkommensten (basischen) Spaltbarkeit parallel geht. — Karlsbader Zwillinge: In Schnitten aus der b-Zone löschen beide Hälften gleichzeitig aus und zwar parallel und senkrecht zur Zwillingsnaht; auch die Lage der Achsenebene ist in beiden die gleiche; in Schnitten nach M aber beträgt die Auslöschung der beiden Individuen gegeneinander ca. 42°; die Zwillingsnaht halbiert diesen sowie den Winkel der basischen Spaltrisse. — Bavenoer Zwillinge: In charakteristischen Schnitten nach (100), in welchen die Zwillingsgrenze diagonal verläuft und die basischen Spaltrisse nahezu rechtwinkelig aufeinander stehen, bilden auch die Auslöschungsrichtungen und die Achsenebenen fast einen rechten Winkel miteinander. In Schnitten aus der klinodiagonalen Zone (Spaltrisse parallel der Zwillingsnaht) schwankt die Auslöschungsschiefe je eines Individuums von 0—5° und zwar so, daß mit dem Wachsen derselben in der einen Hälfte ein Sinken in der anderen Hand in Hand geht und bei 0° in der einen 5° in der anderen beobachtet werden. — Manebacher Zwillinge: In Schnitten aus der orthodiagonalen Zone verlaufen Spaltbarkeit und Auslöschungsrichtung in beiden Individuen übereinstimmend; in solchen nach M gehen zwar die basischen Spaltrisse in beiden Hälften auch einander parallel, aber die Auslöschung

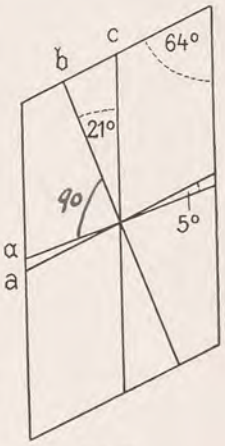


Fig. 91.

beider gegeneinander beträgt ca. 10°, welcher Winkel von den Spaltrissen (und der Zwillingsnaht) halbiert wird.

Chemisches: $KAlSi_3O_8$ mit 64,72 SiO_2, 18,35 Al_2O_3, 16,93 K_2O, gewöhnlich mit 2—3 % Na_2O. Von heißer HCl nicht merklich angegriffen; von HF leicht (rascher als Quarz) gelöst. Bei der Verwitterung bilden sich Aggregate von Muscovit oder Kaolin. Beide Vorgänge beginnen oft im Innern des Kristalls, schreiten dann auf den Sprüngen vor und ermöglichen durch die entstehende Trübung auf den ersten Blick eine Unterscheidung von dem stets wasserhellen Quarz. Bei der Kaolinisierung hat das neugebildete Produkt meist ein erdiges Aussehen und niedrige Polarisationsfarben; bei der Umwandlung in Muscovit zeigt die neue farblose, feinblätterige Substanz lebhafte Farben unter + Nic.; hierbei erhöht sich das spez. Gew., bei der Kaolinisierung sinkt es.

Spez. Gew.: 2,54—2,58. *H.:* 6.

Unterscheidung: Von Eläolith durch Zwillingsbildung, schiefe Auslöschung, zweiachsigen Charakter, Fehlen isotroper Basisschnitte und Unangreifbarkeit von kalter HCl. — Plagioklas ist meist polysynthetisch verzwillingt; wenn einfach oder nur zweiteilig, dann manchmal nur auf chemischem Wege mit Sicherheit zu unterscheiden. — Frischer Orthoklas in kleinen, sprungfreien Körnern (z. B. in Porphyrgrundmasse, in Hornfelsen u. dgl.) ist wohl mit Quarz zu verwechseln; bei genügender Größe gibt das Achsenbild Aufschluß, sonst, wie Becke zeigte, die Behandlung mit HF: Man läßt einen Tropfen derselben $^1/_4$—1 Minute lang auf die gereinigte Schliffläche einwirken, wobei Quarz nur lösend angegriffen wird, während sich auf dem Orthoklas eine Schicht von amorphem Kieselfluoraluminium bildet; um diese deutlich sichtbar zu machen, saugt man mit Fließpapier vom Rande her, ohne den Schliff zu berühren, die Flüssigkeit ab und verdampft den Rest unter Daraufblasen über dem Wasserbade. Dann setzt man einen großen Tropfen einer Farblösung auf (z. B. Methylviolett) und spült nach etwa 10 Minuten vorsichtig ab. Quarz ist farblos geblieben, Orthoklas erscheint lichtblau, kalkreicher Plagioklas dunkelblau gefärbt.

SANIDIN ist der Kalifeldspat der jüngeren (tertiären und nachtertiären) Eruptivgesteine, besonders der Rhyolithe, Trachyte und Phonolithe. Von derselben Kristallform wie Orthoklas, bildet er wie dieser bald nach M tafelartige, bald nach a gestreckt säulenförmige Kristalle (beide Ausbildungsweisen mitunter nebeneinander in demselben Gestein, wie z. B. in Sanidinausscheidungen des

Trachyts vom Drachenfels im Siebengebirge), desgleichen vorwiegend Karlsbader, seltener Bavenoer Zwillinge. Neben den beiden Spaltrichtungen des Orthoklas (nach P und M) ist eine Absonderung ungefähr nach (100) weit verbreitet (Einsprenglinge der Trachyte und Phonolithe), deren stets etwas gebogene und nicht genau untereinander parallele Sprünge in Dünnschliffen weit eher als die eigentlichen Spaltrisse sichtbar und in nicht ganz dünnen Schnitten allein vorhanden sind. Einschlüsse der begleitenden Mineralien sowie solche von Gas und Glas sind weit verbreitet, gern in Zonen geordnet und besonders an der Peripherie gehäuft. Die kleinen Sanidinleisten der Grundmasse sind gewöhnlich einschlußfrei. Nicht selten (Trachyte) findet sich Sanidin als randlicher Saum um zwillingsstreifigen Plagioklas derart, daß die beiderseitigen M-Flächen zusammenfallen und auch die c-Achsen parallel liegen.

Lichtbrechung, Doppelbrechung (Polarisationsfarben) und optische Orientierung sind ähnlich wie bei Orthoklas; doch fällt bisweilen die Achsenebene in das Klinopinakoid. Der Achsenwinkel ist durchgängig kleiner, $2E = 50^0$ und darunter, fast bis 0^0, weshalb man schon in Luft sehr vollständige Achsenbilder erhält. Dispersion $\varrho < v$, wenn (010) Achsenebene.

Chemische Zusammensetzung, Reaktionen, spez. Gew. und H. wie Orthoklas. Umwandlungserscheinungen werden am Sanidin der Rhyolithe und Trachyte fast gar nicht wahrgenommen; aus dem der Phonolithe entstehen manchmal zeolithische Faserbüschel von lebhafteren Polarisationsfarben als sie Natrolith zeigt.

VII. TRIKLINE MINERALIEN

Da triklinen Kristallen jede Symmetrieebene fehlt, so sind die Durchschnitte höchstens zentrosymmetrisch, und weil nie mehr als zwei parallele Flächen gleichwertig sind, können keine sich kreuzenden gleichwertigen Spaltrisse vorkommen. — Optisch zweiachsig; doch fällt keine Elastizitätsachse mehr mit einer kristallographischen zusammen; daher auch schiefe Auslöschung in allen Schnitten (eine der sehr seltenen Ausnahmen bildet Oligoklas von bestimmter Zusammensetzung). Die Dispersion betrifft optische Achsen, Elastizitätsachsen und Achsenebene. Das Interferenzbild um eine Bisektrix ist dem der übrigen zweiachsigen Mineralien ähnlich, aber in bezug auf Farbenverteilung unsymmetrisch. —

Pleochroitische Mineralien zeigen drei Hauptfarbenverschiedenheiten, die aber nicht mit den drei Elastizitätsachsen zusammenzufallen brauchen; die Abweichungen hiervon sind sehr gering.

MIKROKLIN

Form: Dieser trikline Kalifeldspat zeigt — von kleinen Winkeldifferenzen abgesehen — die Form des monoklinen Orthoklases, dessen Flächenbuchstaben (P, M, T, l usw.) auch auf ihn übertragen werden; es beträgt aber die Neigung P : M hier infolge des triklinen Charakters nicht 90°, sondern 90° 16′ — 90° 30′. Die Spaltbarkeit ist die des Orthoklases. — Weit häufiger als einfache Kristalle sind polysynthetische Zwillinge aus zwei Zügen gewöhnlich recht dünner Lamellen, und zwar verläuft der eine parallel M (entsprechend dem Albitgesetz der Plagioklase), der andere, fast senkrecht darauf stehende hat die Makrodiagonale b als Drehungsachse (wie bei dem Periklingesetz der Plagioklase). Auf diese Weise kommt die anscheinend rechtwinkelige Gitterung zustande, welche mancher Mikroklin (z. B. der grüne vom Pikes Peak in Colorado u. a.) auf P und x schon dem bloßen Auge zeigt. Im Dünnschliffe tritt sie meist erst unter + Nic. deutlich hervor, und zwar in allen Schnitten, welche nicht parallel einer Lamellierung gehen, wenn auch der Winkel der Gitterung mit der Neigung des Durchschnittes wechselt. Über die Erklärung dieser Gitterung durch Zwillingsbildung einzig und allein nach dem Albitgesetz siehe N. Jahrb. f. Min. Beilageb. VII, 359. — Solcher gegitterter Mikroklin kann seinerseits wieder nach dem Karlsbader oder Bavenoer Gesetz zu weiteren Zwillingen verwachsen. Er findet sich in einer ganzen Reihe von Graniten, im Eläolithsyenit (Ditró), auch in Gneisen. Im Granit ist er meist frischer als Orthoklas und manchmal offenbar jünger. Mitunter erstreckt sich die Gitterstreifung nicht gleichmäßig über den ganzen Durchschnitt; unregelmäßig begrenzte Stellen zeigen auch bei stärkster Vergrößerung keine Lamellen, sind aber durch allmähliches Feinerwerden der Streifung in allen Übergängen mit typischem Mikroklin verbunden. In betreff ihrer Auslöschung verhalten sie sich bald wie Orthoklas (0° auf P), bald wie Mikroklin (15—16° auf P). Man hat es hier wohl mit einer submikroskopischen Gitterung zu tun derart, daß im ersten Falle beide Lamellenzüge im Gleichgewicht stehen, im zweiten der eine vorwiegt. Daraus will man schließen, daß der Orthoklas überhaupt nur ein Mikroklin mit allerfeinster, durch unsere Mikroskope nicht mehr auflösbarer Gitterlamellierung

sei; dafür würde auch das gleiche spez. Gewicht der beiden chemisch gleich zusammengesetzten Feldspate sprechen, welches doch sonst bei dimorphen Mineralien verschieden ausfällt, ferner der abweichende Grad der Spaltbarkeit nach den beiden Prismenflächen T und l des Orthoklases, welcher eine notwendige Folge bei triklinem, nicht zu vereinen mit monoklinem Charakter ist. — Mikroklin kann aus Orthoklas sekundär durch gebirgsbildenden Druck hervorgehen, weil in einigen Gesteinen mechanische Beeinflussung und Mikroklinstruktur des Kalifeldspates in ersichtlichem Zusammenhange stehen, die Mikroklingitterung auch manchmal nur beiderseits der Bruchlinien in einem gepreßten Orthoklas erscheint; indessen kommt ausgezeichneter Mikroklin auch aufgewachsen in Hohlräumen vor, wo eine Druckwirkung ausgeschlossen ist, und außerdem findet sich auch ungegitterter Mikroklin, der nur durch die Abweichung des Winkels P:M von 90° oder durch die schiefe Auslöschung basischer Spaltblättchen (15—16° gegen 0° bei Orthoklas) nachzuweisen ist. Auch Mikroklin wird gelegentlich von Albitlamellen und -spindeln in ganz ähnlicher Weise wie Orthoklas durchwachsen; man spricht dann von Mikroklinmikroperthit.

Optisches: Gewöhnlich fleischrot oder farblos im Handstücke; im Schliffe wie Orthoklas, mit welchem auch Brechungsexponenten und Doppelbrechung (Polarisationsfarben) übereinstimmen. Die Achsenebene liegt ähnlich wie im Orthoklas; ihr Durchschnitt mit M (auf welchem sie nicht senkrecht steht) bildet mit der Kante P:M 5—6°, und das ist auch die Auslöschungsschiefe auf dieser Fläche. Basisschnitte aber zeigen infolge der doppelten Neigung der Achsenebene nicht wie bei Orthoklas gerade, sondern 15—16° Auslöschungsschiefe gegen die Kante P:M. Die der Vertikalen zunächst liegende Elastizitätsachse ist die optische Normale b; bei a liegt die spitze negative Bisektrix a, bei b die stumpfe Bisektrix c. In Gitterzwillingen löschen die alternierenden Lamellen je eines Systems in Basisschnitten ebensfalls mit ca. 15° gegen ihre Längsrichtung aus, und da beide Lamellenzüge hier fast rechtwinkelig aufeinander stehen, so erfolgt bei dem angegebenen Winkel die Auslöschung der entsprechenden Lamellen des einen wie auch des anderen Systems. — Im konvergenten Lichte geben Spaltblättchen nach M nicht wie bei Orthoklas auf dieser Fläche zentralen, sondern deutlich schiefen Bisektrizenaustritt. $2V_{na} = 77—84°$, $\varrho > v$ um a.

Chemisches: $KAlSi_3O_8$ wie Orthoklas, mit welchem auch Reaktionen, spez. Gew. und H. übereinstimmen.

Unterscheidung: Wenn ungegittert, dann von Orthoklas nur durch Messung des Winkel P:M oder durch die Auslöschungsschiefe von 15—16° auf basischen Spaltblättchen zu unterscheiden. Von Anorthoklas durch die Auslöschung auf P und M und den großen Achsenwinkel. — Bei den gleichfalls nach dem Albit- und Periklingesetz zugleich verzwillingten Plagioklasen ist das Gitterwerk nie so dicht, die Begrenzung der Lamellen viel geradliniger; außerdem gibt der chemische Bestand Aufschluß.

ANORTHOKLAS

Ein trikliner Natronfeldspat mit Kali- und geringem Kalkgehalt, von großer Annäherung an monokline Formen; Kristalle prismatisch nach c oder a oder tafelig nach M, als auch Rhombenfeldspate (begrenzt von T, l und y). Weit verbreitet ist eine äußerst feine Zwillingslamellierung nach dem Albitgesetz, die bis zur Grenze der Auflösbarkeit durch die stärksten Objektive herabsinken kann; sie ist gewöhnlich nur an den dünnsten Schliffen wahrnehmbar und bisweilen von einem zweiten Lamellensystem nach dem Periklingesetz begleitet; auch eine nochmalige Verzwillingung nach dem Karlsbader oder Bavenoer oder Manebacher Gesetz kommt vor. Perthitische Ausbildung fehlt.

Die Auslöschung auf P beträgt $1^1/_2$—6°, auf M 6—10° gegen die Kante P:M, das spez. Gewicht 2,60—2,65, $\beta_{Na} = 1{,}504—1{,}581$; die Polarisationsfarben sind die der übrigen Feldspate. Auf M tritt wenig schief die stumpfe Bisektrix (c) aus, die spitze negative Bisektrix (a) steht fast senkrecht auf y. $2E = 72—88°$, $\varrho > v$. — Hierher gehören Feldspate aus Pantellerit, mancher Alkalisyenite (Laurvikit Südnorwegens, rhombische Durchschnitte liefernd) und der Rhombenporphyre.

Eine sichere Erkennung ist nur durch Bestimmung der Auslöschung an Spaltblättchen oder durch chemische Analyse des isolierten Materials möglich; die chemische Zusammensetzung schwankt von Or_2Ab_3 bis $OrAb_6$, auf Orthoklas und Albit berechnet; der Gehalt an CaO übersteigt nicht 3 %.

PLAGIOKLASE

Isomorphe Mischungen von Albit (Ab) und Anorthit (An) samt diesen beiden Endgliedern. Chemische Zusammensetzung, spez. Gewicht und optische Eigenschaften bilden kontinuierliche Reihen; s. Tabelle und unten (Bestimmung der Plagioklase).

Form: Kristalle in Ausbildungsweise (tafelartig nach M oder leistenförmig nach a) und Winkelwerten den Orthoklaskristallen ähnlich (Fig. 92), von welchen auch die Flächenbuchstaben in entsprechender Weise übertragen werden: P = (001), M = (010), T = $(1\bar{1}0)$, l = (110), x = $(\bar{1}01)$, y = $(\bar{2}01)$; doch sind einfache Kristalle, welche dann auch die orthoklasähnliche Spaltbarkeit nach P und M zeigen, sehr selten; fast überall begegnet man Zwillingen mit oft

wiederholter Lamellenbildung; über nur zweiteilige Zwillinge siehe unten: Albit. Am häufigsten erfolgt die Zwillingsbildung nach M, Albitgesetz (Fig. 93), wobei dann in allen gegen M geneigten Schnitten die Lamellen als parallele Streifen erscheinen. An größeren Individuen gewahrt man mitunter schon im Handstücke auf den Bruchflächen der Plagioklase eine mehr oder weniger feine Liniierung, im Dünnschliffe u. d. M. eine solche oft schon im gewöhnlichen Lichte, wenn auch die Streifung erst unter + Nic. besonders deutlich hervortritt. Diorite, Diabase, Gabbro, Norit, Andesite, Plagioklasbasalte usw. zeigen diesen Anblick; die Plagioklase sind in den porphyrischen Gesteinen Kristalle, in den körnig struierten mehr Körner (z. B. im Granit, Pyroxensyenit u. a.). Man wird in diesen Gesteinen auch beobachten, daß die Lamellen nicht immer gleichmäßig durch den ganzen Schnitt gehen, sondern sich bisweilen verbreitern oder auskeilen, plötzlich absetzen, in manchen Teilen reichlicher auftreten als in anderen, an einer Stelle spärlich und breit, an einer anderen nur schmal sind. —

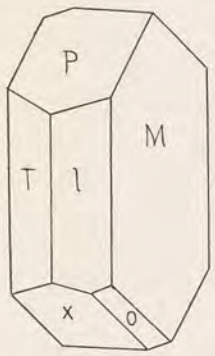


Fig. 92

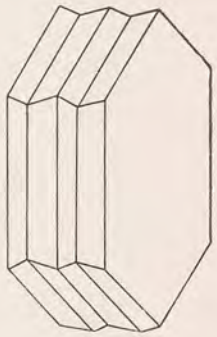


Fig. 93

So verzwillingte Plagioklase können ihrerseits weiter nach Art eines Karlsbader oder Bavenoer Zwillings zusammentreten. — Bei einer zweiten, selteneren Zwillingsbildung ist die Makrodiagonale b die Drehungsachse, Periklingesetz. In den Schnitten aus der b-Zone, welche nicht gerade parallel der Verwachsungsebene liegen, verläuft die Lamellierung nicht wie beim Albitgesetz in der Längsrichtung ∥ M, sondern quer; in Schnitten nach M ist sie bei Albit weniger nach vorn geneigt als die Basis und bildet mit der Kante P:M oder mit den basischen Spaltrissen 22—13°, bei Oligoklas 4°, bei Andesin 0°, wird dann steiler einfallend und bildet nach der anderen Seite hin bei Labradorit 2—9°, bei Anorthit ca. 18°. Wenn Albit- und Periklingesetz an demselben Individuum zugleich auftreten, dann durchkreuzen sich die beiden Lamellenzüge in allen Schnitten, die nicht parallel dem einen verlaufen, unter wechselnden Winkeln, in der b-Zone nahezu rechtwinkelig; es entstehen dann mikroklinähnliche Bilder, aber von viel gröberem

Gefüge, geringerer Zahl und geraderer Begrenzung der Lamellen (Fig. 94).

Zonenbau ist eine weit verbreitete Erscheinung zumal bei den Einsprenglingen (z. B. Andesite). Bald sind Kern und Schalen chemisch und damit auch in ihrem optischen Verhalten völlig gleich, und die Erscheinung wird nur durch zonar geordnete Einschlüsse ersichtlich; häufiger aber zeigen sich chemische Gegensätze zwischen Kern und Schichten sowie der letzteren untereinander, die sich in einer abweichenden Auslöschungsschiefe kundgeben. In den allermeisten Fällen ist dann der Kern basischer und gegen den Rand nimmt die Azidität zu; umgekehrte Anordnung wird öfter in kristallinen Schiefern gefunden. Die Änderung kann kontinuierlich oder in scharf abgesetzten Schichten mit kleinen Intervallen erfolgen. Zwillingslamellen setzen durch die Schichten ungestört hindurch. Nicht zu verwechseln mit Schalenbau ist die randliche Umwachsung von Plagioklas durch einen Sanidinsaum (Trachyte).

Fig. 94

Mechanische Beeinflussung durch Gebirgsdruck gibt sich in Biegungen der Lamellen, in Verschiebung derselben gegeneinander längs der Sprünge, bei starker Alteration in randlicher oder totaler Zertrümmerung kund. Chemische Eingriffe von seiten des umgebenden Schmelzflusses bewirken Korrosionserscheinungen (z. B. Einsprenglinge der Augitandesite usw.), meist aber von geringerem Umfange als etwa beim Quarz. — Plagioklasskelette beschrieb Rinne aus Vesuvlava (N. Jahrb. f. Min. 1891, II, 272).

Optisches: Im Handstücke meist farblos oder weiß, auch gelblich oder grünlich, nicht von dem intensiven Rot vieler Orthoklase; farblos im Dünnschliffe und zwar in alten Eruptivgesteinen und manchen kristallinen Schiefern gewöhnlich orthoklasartig trübe, in jungen Ergußgesteinen mehr sanidinähnlich („Mikrotin"). Lichtbrechung je nach der Zusammensetzung wechselnd (siehe hinten Tabelle), steigend mit dem Ca-Gehalte, z. T. geringer, z. T. größer als die des Quarzes und des Kanadabalsams. Die Doppelbrechung kommt der des Quarzes nahe und ist wenig stärker als bei Orthoklas: $\gamma - \alpha = 0{,}008$ für Albit bis mit Labradorit, 0,013 für Anorthit. Die Polarisationsfarben gehen in guten Schliffen nicht über das Weiß der ersten Ordnung hinaus und halten sich meist im Grau. — Infolge der Neigung der Achsenebene gegen alle drei Pinakoide geht (im allgemeinen) keine Auslöschungsrichtung parallel einem

derselben. Fig. 95 zeigt die Auslöschung auf P und M für die beiden Endglieder der Plagioklasreihe, wobei man den nach links unten sich öffnenden Winkel auf P als positiv, den anderen als negativ bezeichnet. Für die zwischenliegenden Mischungen fällt auch die Auslöschung zwischen diese beiden Grenzwerte (siehe die Tabelle) und dabei ereignet es sich, daß sie einmal parallel M liegt, d. h. ausnahmsweise ein Durchschnitt eines triklinen Minerals gerade auslöscht (Oligoklas). Ähnlich verhält es sich auf M, woselbst der nach vorn oben sich öffnende Winkel als der positive, der andere als negativ gilt.

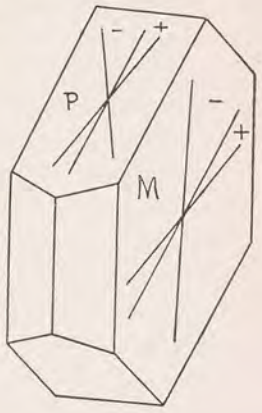


Fig. 95

Im konvergenten Lichte tritt bei allen Plagioklasen auf M eine positive Bisektrix verschiedentlich schief aus; um diese herum beträgt der Achsenwinkel 2 V etwa 90°, und zwar ist er bei Albit zpitz ($\varrho < v$), bei Oligoklas stumpf ($\varrho < v$), bei Labradorit spitz ($\varrho > v$), bei Anorthit stumpf ($\varrho > v$).

Bestimmung der Plagioklase.

Durch Ermittelung des Gehaltes an SiO_2 (oder Al_2O_3, CaO, Na_2O) an frischem und einschlußfreiem Material; die Werte für SiO_2 siehe in der Tabelle.

Durch das Verhalten gegen HCl lassen sich im allgemeinen die sauren Plagioklase von den basischen unterscheiden: Albit wird nicht, Oligoklas sehr wenig, Andesin deutlich angegriffen, Labradorit unvollständig, Bytownit und Anorthit völlig zersetzt.

Durch das spez. Gewicht bei frischem und reinem Material; siehe Tabelle.

Durch Bestimmung des mittleren Brechungsexponenten; siehe Tabelle. Hat man hinreichend große Spaltblättchen zur Verfügung, so führt man die Messung mittels eines Refraktometers oder durch Einbetten in Flüssigkeiten von bekanntem n aus (S. 15). Für die Untersuchung im Dünnschliffe ist festzuhalten, daß der mittlere Brechungsquotient von Albit und Oligoklas unter, von Andesin bis Anorthit über dem mittleren Exponenten des Quarzes oder dem des Kanadabalsams liegt. Man sucht Grenzlinien zwischen Plagioklas und Quarz oder am Schliffrande zwischen Plagioklas und Balsam auf und kann so durch Beobachtung der Beckeschen Linie

(S. 16) im allgemeinen saure und basische Plagioklase unterscheiden. Uber weitere Feinheiten dieser Methode siehe Becke in Sitzungsb. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. Bd. 102, 1893, S. 367 und Min. u. petr. Mitt. XIII, 1892, S. 388.

Durch Messung der Auslöschungsschiefe in geeigneten, leicht kenntlichen Schnitten, z. B. nach P und M, wie solche bei einigermaßen grobkörnigen Gesteinen durch Zerstoßen (nicht reiben!) und Absieben als Spaltblättchen erhalten werden; die nach P erkennt man an dem Vorhandensein, die nach M an dem Fehlen der Zwillingslamellierung nach dem Albitgesetz. Die Auslöschungsschiefen siehe in der Tabelle. — Im Dünnschliffe sind zwar Schnitte ∥M noch verhältnismäßig leicht kenntlich, solche nach P aber kaum je mit Sicherheit zu ermitteln. Wenn man indessen bedenkt, daß nach dem Albitgesetz verzwillingte Plagioklase in allen Schnitten aus der b-Zone sehr nahezu symmetrisch in benachbarten Lamellen gegen die Zwillingsnaht auslöschen, dann kann man wenigstens Schnitte aus dieser Zone unschwer als solche herausfinden. Sie kennzeichnen sich auch dadurch, daß beiderlei Lamellen unter + Nic. den gleichen Grad von Helligkeit zeigen, wenn die Zwillingsnaht ∥ einem Fadenkreuzarme geht. Hat man nun im günstigen Falle Plagioklase, die nach der a-Achse stabförmig ausgebildet sind, dann liegen die langrechteckigen, verzwillingten Schnitte mit symmetrischer Auslöschung ungefähr ∥ P. Wichtiger aber sind hier die leicht kenntlichen, fast quadratischen Schnitte ⊥ auf die a-Achse, die sog. Beckeschen Schnitte, in welchen sich die Auslöschungsschiefe bei geringer Abweichung der Schnittlage nur ganz unbedeutend ändert. Die Werte siehe in der Tabelle. Nach M tafelige Plagioklase ergeben in der b-Zone lauter langgestreckte Schnitte, die sich im Schliffe mit einfachen Hilfsmitteln nicht sicher ihrer Lage nach bestimmen lassen.

Als weitere gut bestimmbare Schnitte hat man solche ⊥ zu einer der beiden Bisektrizen, ⊥ auf die optische Normale, ⊥ auf eine der beiden optischen Achsen benutzt und für sie die Auslöschungsschiefen ermittelt. Auch kann man nach Becke die Interferenzbilder von Zwillingen zur Bestimmung verwenden.

Wenn irgend möglich sind außer der Feststellung der Auslöschung noch andere der genannten Verfahren zur Kontrolle anzuwenden.

Chemische Zusammensetzung: Albit ist $NaAlSi_3O_8$ mit 68.68 SiO_2, 19,48 Al_2O_3, 11,84 Na_2O; Anorthit $CaAl_2Si_2O_8$ mit 43,16

SiO_2, 36,72 Al_2O_3, 20,12 CaO. Mit Kieselflußsäure erhält man mehr oder weniger reichlich die hexagonalen Kriställchen des Kieselfluornatriums (S. 43) sowie wetzsteinförmige von Kieselfluorcalcium. HF löst Plagioklas leichter als Quarz im Dünnschliffe. Bei Anwendung der S. 112 beschriebenen Methode färben sich basische Plagioklase intensiver als Orthoklas.

Die Umwandlungsvorgänge sind häufig dieselben wie bei Orthoklas: Muscovit oder Kaolin, öfter begleitet von Kieselsäure und Calcit, letzteres besonders bei basischen Mischungen. Verbreitet ist auch eine Umsetzung in stark lichtbrechende Körnchen oder Säulchen von farblosem oder blaßgelblichem Epidot mit lebhaften Polarisationsfarben. Zeolithische Faserbüschel entstehen fast nur aus dem Plagioklas der jüngeren, zugleich Nephelin oder Haüyn führenden Eruptivgesteine; doch ist der Vorgang immerhin selten. Bei der Umwandlung basischer Plagioklase (Labradorit — Anorthit) in Saussurit, bei welcher vielfach Druckwirkungen mitgespielt haben, entsteht ein feinstruiertes Aggregat von vorwiegend Zoisit oder Epidot, welchem bisweilen Granat, Skapolith, Quarz, auch wohl sekundär gebildeter Albit beigemengt ist (Saussuritgabbro). Seltener ist eine Umwandlung in Skapolith beobachtet worden, in manchen Andesiten eine Verdrängung durch Opal.

Spez. Gew.: 2,624—2,758 (siehe Tabelle). *H.:* 6—6,5.

ALBIT: Weit verbreitet in der Form mikroperthitischer Verwachsungen mit Orthoklas oder Mikroklin. Als selbständige Kristalle oder Körner z. B. im Eläolithsyenit von Litchfield (Nordamerika) neben wenig Orthoklas, ferner in stark dynamometamorph beeinflußten Gesteinen, z. B. in Quarzkeratophyren („Lenneporphyr"), sogenannten Sericitgneisen und Porphyroiden; auch in kristallinen Schiefern (Albitphyllit, viele Amphibolite), wo er gern einfache Individuen bildet und mit Orthoklas oder wegen seiner meist tadellosen Frische mit Quarz verwechselt werden kann; auch Zwillinge mit nur zwei Teilen kommen vor und sehen Karlsbader Zwillingen des Orthoklases ähnlich. Im Albit der kristallinen Schiefer liegen oft reichlich winzige Gasporen, Flüssigkeitseinschlüsse, Rutilnädelchen und Kohlepartikel. Albit findet sich ferner in Adinolen und vielen Grünschiefern.

OLIGOKLAS (u. *ANDESIN*) finden sich besonders häufig neben Orthoklas in Graniten und Syeniten sowie den zugehörigen alten und jungen Porphyrgesteinen; im Handstücke (z. B. Granit) unterscheiden sie sich manchmal durch ihre Farbe (weiß oder grünlichgelb) vom Orthoklas (rot). Form und Einschlüsse sind hier im allgemeinen die des Kalifeldspates. In Diabasen und verwandten Gesteinen, wo Oligoklas wie Labradorit vorwiegend nach a leistenförmig ausgebildet ist, tritt er an Menge sehr hinter letzteren zurück. In Andesiten ist er oft durch deutlichen Zonenbau und großen Reichtum an eingeschlossenen braunen

Glasfetzen ausgezeichnet (ungarische Augitandesite), ähnlich in Trachyten. Eine weite Verbreitung besitzt er in Gneisen.

LABRADORIT ist Gemengteil vorwiegend der basischen Eruptivgesteine mit Pyroxengehalt und bildet die Hauptmenge des Plagioklases in Diabasen, Diabasporphyriten, Noriten und Gabbro; in letzterem treten besonders gern Albit- und Periklingesetz gleichzeitig an den breiten Leisten auf und die Durchschnitte erscheinen durch winzigste Einschlüsse oft kaffeebraun oder grau bestäubt (Volpersdorf; viele skandinavische Vorkommnisse); ähnliches zeigen die Plagioklase (Labradorit und Oligoklas) pyrenäischer Ophite; in denen des Harzburger Gabbros liegen braune oder opake, z. T. gebogene oder geknickte Stäbchen, im Labradorit des Olivingabbros der Insel Mull reichlich Flüssigkeitseinschlüsse mit lebhaft beweglicher Libelle.

ANORTHIT (u. *BYTOWNIT*) kommt verhältnismäßig selten vor und meist zugleich mit basischem Labradorit, dessen Leistenform er ebenfalls zeigt, z. B. in manchen Dioriten, Olivingabbros, Basalten und Feldspatamphiboliten.

CYANIT

Form: Im Gestein meist Stengel ohne gut ausgebildete terminale Flächen, breit säulenförmig durch Vorwiegen von (100), wozu noch (010) und Prismen treten. Die Querschnitte sind verschoben achteckig oder sechseckig, wenn (010) fehlt, die Längsschnitte leistenförmig. Parallel (100) verläuft eine vollkommene Spaltbarkeit, eine zweite weniger vollkommene nach (010). Dazu tritt noch eine basische Absonderung von Gleitflächencharakter. Zwillinge finden sich vorzugsweise bei den großen, eingewachsenen, weniger bei den kleinen, gesteinbildenden Individuen. Außer geradsäuligen Cyaniten kommen auch krumm- und radialstengelige Aggregate vor.

Findet sich nur in kristallinen Schiefern und dann gern in Gesellschaft von Granat, z. B. in manchem Gneis; in sächsischen Granuliten unregelmäßig tafelartig oder radialstrahlig; in Muscovitschiefer (Gebiet des Osser im Baierischen Walde); in manchen Eklogiten. Bekannt sind die großen Cyanite neben Staurolith im Paragonitschiefer von Faido.

Optisches: Blaßblau bis nahezu farblos im Dünnschliffe und fast frei von Einschlüssen. Lichtbrechung hoch: $\alpha = 1{,}717$, $\beta = 1{,}722$, $\gamma = 1{,}729$. Doppelbrechung mäßig: $\gamma - \alpha = 0{,}012$. Die Achsenebene geht durch den spitzen ebenen Winkel von (100) und ist ca. 30° gegen c geneigt. Die spitze negative Bisektrix (a) steht fast senkrecht auf (100); die Auslöschungsschiefe auf dieser Fläche beträgt etwa 30°, auf (010) ca. 7° gegen die Vertikalachse, auf der Basis verläuft sie nahezu parallel und senkrecht zur vollkommensten Spaltbarkeit. $2V = $ ca. 82°; das Achsenbild ist nicht in Luft, aber schon in Wasser hinlänglich gut wahrzunehmen und zeigt bei sehr schwacher Dispersion $\varrho > v$ deutlich gekreuzten Charakter, indem bei Parallelstellung der linke Arm des horizontalen Balkens oben gelb, unten blau gesäumt erscheint, der rechte Arm umgekehrte Farbenverteilung zeigt. — Der Pleochroismus ist gering und nur an intensiver gefärbten Individuen bemerkbar: a = b farblos, c bläulich, tritt also am deutlichsten in Schnitten nach (010) hervor.

Chemische Zusammensetzung: Al_2SiO_5; von Säuren (auch von HF) unangreifbar; wird mit Kobaltsolution stark geglüht dunkelblau. Umwandlungserscheinungen (Muscovitbildung) wird sehr selten beobachtet.

Spez. Gew.: 3,48—3,68. *H.:* 5 (auf der breiten Vertikalfläche längsgeritzt), 7 (quer).

Unterscheidung: Von Sillimanit und Andalusit durch schiefe Auslöschung, eventuell auch durch Farbe und Pleochroismus.

ÄNIGMATIT (COSSYRIT)

Form: Hornblendeähnliche Säulchen mit einem Prismenwinkel von 114°, Körner und lappige Formen. Vollkommen spaltbar nach dem Prisma; bisweilen verzwillingt nach (010). In Pantelleriten (Cossyrit genannt), in grönländischen Eläolithsyeniten, in manchen Alkalitrachyten, z. B. von San Miguel (Azoren), meist in Begleitung von Alkaliamphibolen oder -pyroxenen.

Optisches: Schwarz im Handstücke, im Schliffe schwer durchsichtig werdend, rotbraun bis schwarzbraun, wodurch eine genaue Bestimmung der Auslöschungsschiefe kaum möglich wird. Die Achsenebene liegt nahezu ∥ (010); die spitze positive Bisektrix bildet mit c 3—5° auf (100) gemessen, 39—45° auf (010), 30 resp. 37° auf den beiden Prismen. Lichtbrechung ungefähr wie braune Hornblende, Doppelbrechung aber viel schwächer: $\gamma - \alpha = 0{,}0064$. Pleochroismus deutlich: a = rotbraun, b = tiefkastanienbraun, c = braunschwarz. 2E = ca. 60°.

Chemische Zusammensetzung: wesentlich Na-FeO-Silikat mit 37,9—43,6 SiO_2, 3,2—5,0 Al_2O_3, 5,8—8,0 Fe_2O_3, 32,9—35,9 FeO, 1,0—2,0 MnO, 0,3—0,9 MgO, 1,4—2,0 CaO, 5,3—6,6 Na_2O, 0,3—0,5 K_2O etwa; im grönländischen Änigmatit noch 7,57 TiO_2. — V. d. L. leicht schmelzbar; von Säuren teilweise zersetzt.

Spez. Gew.: 3,74—3,8. *H.:* 5,5.

Von nelkenbraun durchsichtigen Titaneisenblättchen durch Spaltbarkeit und Pleochroismus unterschieden.

Der mit Änigmatit isomorphe und ihm sehr ähnliche Rhönit wurde bisher nur in Basalten der Alkalireihe gefunden. Er bildet entweder mikroporphyrische, sechs- bis achtseitige Täfelchen, die gern Augitkörnchen einschließen, oder bildet als Grundmassegemengteil breitere oder schmale Leistchen bis herab zu winzigen, stäbchenförmigen Mikrolithen, oder setzt wesentlich den Resorptionsrand basaltischer Hornblende zusammen. In dickeren Schliffen ist er tief braunschwarz, fast undurchsichtig, in sehr dünnen dunkel rotbraun bis braungrün durchscheinend, im auffallenden Lichte oft metallartig glänzend. Die prismatischen Spaltrisse (114°) sind hin und wieder zu beobachten. Verbreitet ist eine Zwillingsbildung nach (010), zweiteilig oder lamellar, aber meist erst bei starker Lichtquelle zu erkennen. Die Achsenebene weicht wenig von (010) ab. Die Auslöschungsschiefe beträgt auf (010) 39—40° gegen die Spaltrisse, in Vertikalschnitten ⊥ auf (010) etwa 11°, in Schnitten ⊥ zu c etwa 7° gegen die (010) angehörige Umrißseite. Die erstgenannte Richtung, c, zeigt dunkel rotbraun bis fast schwarz, die darauf senkrechte andere Bisektrix a braun mit grünlichem Stich, die optische Normale b braun.

Die Analyse ergab ein titanreiches Silikat von Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, MgO und CaO mit sehr geringem Gehalt an Alkalien. Konzentrierte Salzsäure greift den Rhönit langsam an.

Spez. Gew.: etwa 3,57.

POLYHALIT

Dichte bis deutlich körnige Lagen von parallelfaserigem oder strahligem Gefüge im Steinsalz, auch in einzelnen größeren breit säulenförmigen Kristallen, einfach oder verzwillingt und dann entweder an den Lamellenbau der Plagioklase erinnernd oder schachbrettartig vierteilig. Außer Spaltrissen nach zwei Richtungen sind Quersprünge häufig. Meist rot bis rotbraun, seltener farblos, grau oder gelblich. Lichtbrechung schwach: $\alpha = 1{,}548$, $\beta = 1{,}562$, $\gamma = 1{,}567 \cdot \gamma - \alpha = 0{,}019 \cdot 2\,V = 70 - 73°$.

Chemische Zusammensetzung: $2\,CaSO_4 \cdot MgSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot 2\,H_2O$; in Wasser schwer löslich unter Zurücklassen von Gips.

Spez. Gew.: 2,77. *H.:* 3,5.

ANHANG

1. SCHWERE LÖSUNGEN

Die Anwendung schwerer Flüssigkeiten zur Bestimmung des spez. Gewichts von Mineralien oder zur Isolierung derselben aus einem Gesteine beruht darauf, daß in einer Flüssigkeit ein Mineralpartikel von größerem spez. Gewicht untersinkt, von genau demselben gerade schwebt, von geringerem obenauf schwimmt. Von den verschiedenen Lösungen, die man vorgeschlagen hat, sind besonders im Gebrauch die sogenannte Thouletsche und die Methylenjodidlösung.

THOULETSCHE (KALIUM-QUECKSILBERJODID-) LÖSUNG. Honiggelb; Maximalgewicht 3,196; ist mit Wasser in jedem Verhältnisse mischbar, giftig, greift die Haut an und wird durch Metalle zersetzt, desgl. durch organische Substanzen (Staub, Filtrierpapier). Bei längerem Stehen an der Luft ändert sich je nach der Konzentration das spez. Gewicht. Ziemlich konstant bleibt es bei 3—3,1; schwerere Lösungen verringern ihr Gewicht durch Wasseranziehung, leichtere erhöhen es durch Wasserabgabe. — Bei längerem Gebrauche färbt sie sich durch ausgeschiedenes Jod rotbraun. Man beseitigt diesen Übelstand durch Schütteln mit Quecksilber in der Kälte oder durch Zugabe von Quecksilber bei der Konzentration der Lösung über dem Wasserbade unter öfterem Umrühren bis zur Bildung einer Kristallhaut. Auch während der Aufbewahrung ist eine Portion Quecksilber in der Flasche von Vorteil.

Handelt es sich um die Bestimmung des spez. Gewichts eines Minerals (unter 3,1), so trägt man dieses in die Lösung ein und bedient sich dabei eines weiten Reagens-, oder eines entsprechenden Standglases. Dann verdünnt man solange unter gutem Umrühren tropfenweise mit Wasser[1], bis das Mineral eben schwebt, weder steigt noch sinkt; die Annäherung an diesen Zustand erkennt man daran, daß sich das Fragment auf die hohe Kante stellt. In den letzten Stadien wird man besser verdünnte Lösung, nicht reines Wasser zusetzen; ein Zuviel in der Verdünnung läßt sich durch Hinzufügen von konzentrierter Lösung ausgleichen. Während das Mineralpartikel schwebt, ist sein spez. Gewicht gleich dem der Flüssigkeit; dieses letztere wird aber mittels der Westphalschen Wage leicht gefunden.

Über ein Verfahren, das spez. Gewicht von solchen Mineralien, bei welchen es höher ist als das der Lösung, dennoch in letzterer zu bestimmen, vgl. Zirkel, Petrogr. 1893, I, 17.

Zur Isolierung von Mineralien aus einem Gestein zerkleinert man letzteres durch Drücken (nicht durch Reiben) soweit, daß sich das gewünschte Mineral tatsächlich überwiegend als einzelne Splitter, nicht mehr im Verbande mit anderen Gemengteilen findet. Je nach den Dimensionen desselben im Gestein erreicht man diesen Zustand durch gröberes oder feineres Pulvern und prüft von Zeit zu Zeit eine Pulverprobe unter dem Mikroskope. Den allerfeinsten Staub, welcher bei der Trennung nur hinderlich ist, entfernt man durch Abschlämmen mit Wasser oder besser durch Sieben, wobei man sich der sogenannten Diatomeensiebe bedient. Metalle (z. B. Stahlflitterchen aus dem Mörser) zersetzen die Lösung; man entfernt sie durch einen Hufeisenmagneten.

---

1) Bei dem Wasserzusatz scheidet sich manchmal, besonders in der konzentrierten Lösung, ein rotes Pulver ab; dieses löst sich beim Schütteln wieder.

Ein Beispiel mag den weiteren Verlauf der Operation zeigen: Man will aus einem Diorit zum Zwecke einer Analyse den Plagioklas isolieren. Die mikroskopische Untersuchung, welche immer vorausgehen muß, hat als Gesteinsgemengteile ergeben: Gemeine Hornblende, basische Plagioklase, wenig Quarz, Eisenerz, Titanit und Apatit. Man hat also (in obiger Reihenfolge) mit den spez. Gewichten 3,15—3,33; 2,73—2,76; 2,65; ca. 5; 3,5; 3,18 zu rechnen; sie liegen teils über, teils unter dem des zu gewinnenden Plagioklases. Man wird die Lösung auf etwa 2,9 einstellen und dazu einen der Indikatoren benutzen, das sind etwa erbsengroße Mineralpartikel von bekanntem spez. Gewicht. — Goldschmidt empfahl folgende Reihe:

1.	Schwefel	von Girgenti . .	2,070	11.	Quarz	von Middleville . .	2,650
2.	Hyalit	„ Waltsch . .	2,160	12.	Labradorit	„ Labrador . . .	2,689
3.	Opal	„ Scheiba . .	2,212	13.	Calcit	„ Rabenstein . .	2,715
4.	Natrolith	„ Brevig . .	2,246	14.	Dolomit	„ Muhrwinkel . .	2,733
5.	Pechstein	„ Meißen . .	2,284	15.	Dolomit	„ Rauris . . .	2,868
6.	Obsidian	„ Lipari . . .	2,362	16.	Prehnit	„ Kilpatrik . . .	2,916
7.	Perlit	„ Ungarn . .	2,397	17.	Aragonit	„ Bilin	2,933
8.	Leucit	„ Vesuv . . .	2,465	18.	Aktinolith	„ Zillertal . . .	3,020
9.	Adular	„ St. Gotthard .	2,570	19.	Andalusit	„ Bodenmais . .	3,125
10.	Eläolith	„ Brevig . . .	2,617	20.	Apatit	„ Ehrenfriedersdorf	3,18.

Ebensogut sind auch andere Mineralien verwendbar; doch muß für jedes zuvor das spez. Gewicht ermittelt werden, weil es für ein und dasselbe Mineral an verschiedenen Fundpunkten und sogar am gleichen Fundorte um kleine Beträge abweicht.

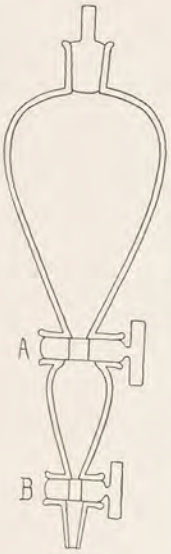


Fig. 96

Im vorliegenden Falle würde man das Prehnitkorn (Nr. 16) in die Flüssigkeit werfen und Wasser zusetzen, bis es eben anfängt zu sinken. Dann füllt man mit dieser Lösung einen Scheidetrichter von nebenstehender Form (Fig. 96) oder einen Tropftrichter mit nur einem Hahn am Abflußrohre etwas über die Hälfte, wobei *A* offen ist, und trägt dann soviel des Gesteinspulvers ein, daß eine mäßig dicke Schicht obenauf schwimmt. Durch Schütteln mischt man Pulver und Flüssigkeit gut und läßt dann ruhig stehen. Die schweren Partikel (Eisenerze, Titanit, Hornblende, Apatit) sinken nun zu Boden, aber nicht alle, da ein Teil von den aufwärts strebenden leichten am Fallen verhindert wird. Man schüttelt nach einiger Zeit wieder (bei geschlossenem *A*, um die bereits ausgefallenen Partikel nicht wieder mit den übrigen zu vermischen), läßt nochmals absetzen und wiederholt dies genügend oft. Dann läßt man die niedergesunkenen Teile durch *B* ab und hat nur noch Plagioklas und Quarz im Trichter. Will man nun die Feldspate ausfällen, so gebraucht man den Labradorit (Nr. 12) als Indikator und verdünnt die Lösung vorsichtig weiter, bis er anfängt zu sinken. Die erste Portion der dabei fallenden Plagioklase besteht gewöhnlich aus solchen, die durch anhängende Hornblende, Erzteilchen usw. verunreinigt und deshalb schwerer sind; sie werden abgelassen und sind zur Analyse untauglich. Die nun folgende Hauptmasse ist rein (bei

Anwesenheit zweier verschiedener Plagioklase würde man zwei Portionen erhalten). Es empfiehlt sich, das spez. Gewicht der Lösung zu bestimmen, wenn dieses Ausfallen eben beginnt, um einen Kontrollwert für die chemische Bestimmung zu gewinnen. — Der im Trichter befindliche Rest besteht, wenn der Indikator zu sinken beginnt, aus Quarz und einigen Nachzüglern von Plagioklas, welche infolge Verwachsung mit Quarz oder durch eingeschlossenen Kaolin leichter sind. Derartige unreine Zwischenprodukte sind bei jeder Trennung unvermeidlich.

In anderen Fällen wird man das Verfahren modifizieren und vor allem darauf bedacht sein, möglichst wenig Pulver in den Trichter zu bekommen; man wird z. B. Glimmer vorher durch Abgleitenlassen auf rauhem Papier entfernen, Nephelin aus Phonolithen durch HCl (und die Kieselsäuregelatine durch Ätzkali oder Kochen mit Natronkarbonat) wegschaffen u. dgl.

Die gewonnenen Pulvermengen müssen mehrmals mit Wasser ausgekocht werden, um die anhaftende Lösung zu entfernen; diese Waschwasser hebe man auf, um die kostspielige Lösung daraus wiederzugewinnen.

Will man die Flüssigkeit wieder auf ihr ursprüngliches hohes spez. Gewicht bringen, so dampft man sie (wie auch die Waschwasser) unter Zugabe von metallischem Quecksilber über dem Wasserbade bis zur Bildung einer Kristallhaut ein. Bei der Abkühlung erhält man eine Lösung vom spez. Gewicht ca. 3,16 und gelbe Kristallnadeln, die sich in wenigen Tropfen Wasser lösen.

METHYLENJODID. Hellgelb; spez. Gewicht 3.324 bei 16° (bei 11° = 3,335, bei 5° = 3,3485), sehr leichtflüssig, weshalb es sich besonders zur Trennung feiner Pulver eignet. Die Verdünnung erfolgt durch Benzol. Das ursprüngliche Gewicht der gebrauchten Lösung wird wieder hergestellt, indem man das Benzol durch Erwärmen auf dem Wasserbade vertreibt oder durch Stehenlassen der Flüssigkeit in einem flachen Gefäße an der Luft verdunsten läßt. Bei langem Stehen (besonders im Sonnenlicht) und beim Erwärmen entsteht eine braune Färbung, die sich durch Schütteln mit Quecksilber beseitigen läßt. — Die Lösung läßt sich leicht filtrieren und greift Metalle nicht an; verdünnte ändert an der Luft durch Abgabe von Benzol ihr spez. Gewicht ziemlich rasch. — Die Reinigung des behandelten Mineralpulvers erfolgt durch Auswaschen mit Benzol; letzte Reste des flüchtigen Methylenjodids werden durch schwaches Glühen vertrieben.

Um Mineralien von einem spez. Gewicht über 3,3 zu trennen, bedient man sich des *THALLIUM-SILBERNITRATES*, welches bei 75° schmilzt, dann ein spez. Gewicht von etwa 5 besitzt und sich in diesem Zustande mit Wasser mischen läßt. Über die Ausführung siehe Trenkler in Min. u. petr. Mitteil. XX, 1901, 162.

2. TRENNUNG DURCH DEN ELEKTROMAGNETEN

Nach Doelter ordnen sich die gesteinbildenden Mineralien in bezug auf ihre Anziehbarkeit folgendermaßen:

Magneteisen,
Eisenglanz, Titaneisen,
Chromit, Almandin,
eisenreiche Augite, Pleonast, Arfvedsonit,
Hornblende, lichte Augite, Epidot, Pyrop,
Turmalin, Bronzit,
Staurolith, Aktinolith,
Olivin, Pyrit,
Biotit, Chlorit, Rutil,
Haüyn, Diopsid, Muscovit,
Nephelin, Leucit, Dolomit.

REGISTER

Achsenwinkel, Messung 94
Ägirin 76
Ägirinaugit 78
Akmit 78
Aktinolith 84
Albit 121
Almandin 14
Amphibol-Anthophyllit 68
Analcim 25
Anatas 33
Andalusit 53
Andesin 121
Anhydrit 63
Änigmatit 123
Anomit 92
Anophorit 87
Anorthit 122
Anorthoklas 116
Anthophyllit 68
Antiperthit 110
Apatit 44
Arfvedsonit 86
Aspasiolith 58
Augit 70

Barkevikit 86
Bastit 65
Beckesche Linie 16
Bienenwabenstruktur 37
Biotit 89
Bonsdorffit 58
Brechungsindex, Messung 15
Bronzit 66
Brookit 62
Bytownit 122

Calcit 40
Cancrinit 44
Carnallit 63
Chalcedon 39
Chamosit 98
Chiastolith 55
Chlorit 96
Chloritoid 99
Chlorophyllit 58
Chromit 12
Cordierit 56
Cossyrit 123
Couseranit 32
Crossit 85
Cyanit 122

Delessit 98
Diallag 74
Diopsid 75
Dipyr 33
Dolomit 41
Druckfigur 89
Dünnschliffe 1

Egeran 34
Eisenglanz 47
Eisenglimmer 47
Eisenkies 10
Eläolith 43
Enstatit 64
Enstatitaugit 76
Epidot 100
Epinatrolith 62
Ergänzende SiO_2 37
Esmarkit 58

Fahlunit 58
Fluorit 26
Flüssigkeitseinschlüsse 36
Flußspat 26

Gasporen 35
Gastaldit 85
Gedrit 68
Gieseckit 44
Gigantolith 58
Gips 106
Gipsblättchen 16
Glaseinschlüsse 35
Glaukonit 99
Glaukophan 85
Grammatit 84
Granat 13
Graphit 11
Graphitit 11
Grossular 18

Hämatit 47
Härtemessung am Pulver 12
Haüyn 19
Helminth 98
Hercynit 11
Hornblende, basaltische 82
„ gemeine 80
Huronit 58
Hypersthen 66

Iberit 58
Iddingsit 53
Iiwaarit 18
Ilmenit 7
Indikatoren 126

Jadeit 79

Kainit 106
Kassiterit 34
Katophorit 87
Kelyphit 17
Kieserit 106
Klinochlor 97
Klinozoisit 100
Kolophonit 34
Korund 47
Korrosion, magmatische 20
Kryptoperthit 110

Labradorit 122
Längenmessung 28
Lepidomelan 93
Leptochlorite 98

Leucit 23
Leukoxen 9
Liebenerit 44
Lithionit 93

Magnesiumdiopsid 76
Magneteisen 5
Magnetit 5
Magnetkies 10
Malakolith 75
Margarit 96
Melanit 18
Melilith 31
Meroxen 89
Messung von Achsenwinkeln 94
Messung von Lineargrößen 28
Messung von Winkeln 9
Methylenjodid 127
Mikroklin 114
Mikroklinmikroperthit 115
Mikrometer 29
Mikropegmatit 109
Mikroperthit 110
Mikroreaktionen 20
Mikrotin 118
Mörtelstruktur 39
Muscovit 94
Myrmekit 110

Natrolith 61
Natronorthoklas 110
Nephelin 42
Nephelinfülle 42
Nephrit 84
Nosean 19

Objekttisch, heizbarer 36
Oligoklas 121
Olivin 48
Omphacit 74
Oosit 58
Opacitrand 83. 90
Opal 13
Ophitische Struktur 72
Optischer Charakter, Bestimmung 29. 38
Orthit 103
Orthochlorite 97
Orthoklas 107
Ottrelith 99

Paragonit 95
Pennin 97
Perowskit 25
Pflasterstruktur 37
Pflockstruktur 31
Phlogopit 93
Picotit 12
Piemontit 103
Pilit 53
Pinit 58
Plagioklase 116
Pleochroismus, Bestimmung 46
Pleonast 12
Polyhalit 124
Prasiolith 58
Prochlorite 98
Pseudobrookit 63
Pyrargyllit 58
Pyrit 10
Pyrop 17
Pyrrhotin 10

Quarz 35

Reaktion auf Al 59
" " Ca 21
" " Cl 22
" " H_2S 10
" " K 25
" " Mg 58
" " Na 43
" " Sn 34
" " SO_3 21
Resorption, magmatische 83
Rhönit 123
Riebeckit 85
Rubellan 92
Rutil 30

Sagenit 30
Sanduhrbau 71
Sanidin 112
Saussurit 59
Schlagfigur 88
Schriftgranit 109
Sericit 95
Sillimanit 55
Skapolith 32
Skolecit 62
Smaragdit 84
Sodalith 22
Spessartin 19
Spinelle 11
Staurolith 60
Steinsalz 26
Strahlstein 84
Strukturzentrum 15
Sylvin 26

Talk 96
Thallium-Silbernitrat 127
Thomsonit 62
Thouletsche Lösung 125
Thuringit 98
Titanaugit 73
Titaneisen 7
Titaneisenglimmer 7
Titanit 103
Titanmagneteisen 10
Titanomorphit 9
Tonschiefernädelchen 30
Topas 61
Topazolithstruktur 18
Trappeisenerz 10
Tremolit 84
Tridymit 39
Turmalin 45

Undulöse Auslöschung 38
Uralit 87

Vesuvian 34

Weissit 58
Winkelmessung 9
Wollastonit 79

Zeichenspiegel 9
Zentrieren 7
Zinnstein 34
Zinnwaldit 93
Zirkon 28
Zoisit 58

Petrographisches Praktikum von **Dr. Reinhold Reinisch**, a. o. Professor an der Universität Leipzig.
Zweiter Teil: **Gesteine.** Zweite, umgearbeitete Auflage. Mit 49 Textfiguren. Gebunden 7 Mk. 60 Pf.

Die Anwendung der stereographischen Projektion b. kristallographischen Untersuchungen von **Professor Dr. H. E. Boeke.** Mit 57 Textabbildungen und 1 lithographischen Tafel. Gebunden 2 Mk. 60 Pf.

Die gnomonische Projektion in ihrer Anwendung auf kristallographische Aufgaben von **Dr. H. E. Boeke**, Professor an der Universität Halle a. S. Mit 49 Textfiguren. Gebunden 3 Mk. 50 Pf.

Statische und kinetische Kristalltheorie von **Prof. Dr. J. Beckenkamp**, Direktor des mineralog.-geologischen Instituts der Universität Würzburg. **I. Teil: Geometrische Eigenschaften der Kristalle und deren Veranschaulichung durch geometrische Strukturbilder.** Mit 303 Textfiguren. Geb. 10 Mk. 60 Pf.
II. Teil: Theorie der Ausbreitung der Energie in Kristallen durch Strahlung (Kristalloptik und Strahlung der Atome). Mit vielen Textabbildungen. Unter der Presse.

Praktikum der experimentellen Mineralogie und Kristallographie von **Professor Dr. Sommerfeldt.** Mit 61 Textabb. u. 1 Tafel auf Pauspapier. Gebunden 4 Mk. 80 Pf.

Die kristallinen Schiefer. Eine Darstellung der Erscheinungen der Gesteinsmetamorphose und ihrer Produkte von **Professor Dr. U. Grubenmann.** Zweite, neubearbeitete Auflage. Mit 23 Textfiguren und 12 Tafeln. Gebunden 21 Mk. 50 Pf.

Die 32 kristallographischen Symmetrieklassen und ihre einfachen Formen von **Dr. E. A. Wülfing**, o. Professor der Mineralogie und Petrographie an der Universität Heidelberg. Mit 8 Tafeln und 260 Textfiguren. Zweite, vollständig umgestaltete und erweiterte Auflage.
Unter der Presse.

ISOTROP

Name	Form	Spaltb.	Farbe im Schliffe	n	Chem. Zus.	Lösl. in	Spez. Gew.	H.	Sonst
Opal	amorph	—	farbl.	1,43—1,45	$SiO_2 + aq.$	KOH	1,9—2,3	5,5—6,5	opt. anomal
Hercynit	körnig	—	grün	1,72	$FeAl_2O_4$	—	3,91—3,95	7,5	
Pleonast	(111)				$(MgFe)(Al_2Fe_2)O_4$		3,8—4,0		
Picotit	(111)		braun	1,72—1,75	desgl mit Cr		4,08	8	
Chromit	körnig			2,096	$FeCr_2O_4$		4,5—4,8	5,5	
Almandin gem. Granat	(110) (211)	—	farbl. rötl.	1,75—1,81	$Fe_3Al_2Si_3O_{12}$	—	4,1—4,3	7—7,5	gelat. geschmolz. mit HCl
Pyrop	körnig		farbl.		$Mg_3Al_2Si_3O_{12}$		3,75	>7	Kelyphitrinde
Melanit	(110) (211)		braun	1,856	$Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$		3,6—4,3	7	Zonenbau gelat geschmolz. mit HCl
Spessartin			farbl.	1,81	$Mn_3Al_2Si_3O_{12}$		3,7 - 4,2	7 - 7,5	
Grossular			farbl. gelbl. grünl.	1,75 - 1,78	$Ca_3Al_2Si_3O_{12}$		3,4—3,6	6,5—7	opt. anomal gelat. geschmolz. mit HCl
Haüyn	(110)	(110)	farbl. blau	1,46 - 1,496	$Na_{10}Ca_5\}Al_6Si_6O_{32}S_2$	HCl gelat.	2,3—2,5	5,5	
Sodalith				1,48	$Na_4Al_3Si_3O_{12}Cl$		2,13 - 2,34		
Perowskit	(111)		violettbraun	2,38	$CaTiO_3$	—	4,03	5,5	z. T. opt. anomal
Flußspat	(100)	(111) v	farbl. violblau	1,43	CaF_2	H_2SO_4	3,1—3,2	4	Farbe fleckig verteilt
Analcim	(211)	(100)	farbl.	1,487	$NaAlSi_2O_6 + H_2O$	HCl gelat.	2,16	5,5	opt. anomal
Leucit	(211)	—	farbl.	1,48—1,51	$KAlSi_2O_6$	HCl	2,45 - 2,5	5,5—6	opt. anomal
Steinsalz	(100)	(100) v	farbl.	1,544	NaCl	H_2O	2,167	2	
Sylvin	(100)	(100) v	farbl.	1,490	KCl	H_2O	1,987	2	
Magnetit	(111)	–	schwarz	—	$FeFe_2O_4$	HCl	4,9—5,2	5,5 - 6,5	magnetisch
Pyrit	(100) π (210)	—	speisgelb	—	FeS_2	HNO_3	4 9 - 5,2	6—6,5	

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin SW 11.

OPTISCH EINACHSIG

TETRAGONAL

Name	Form	Spaltb.	Farbe im Schliffe	n (Mittel)	Doppelbrechung	Opt. Char.	Chem. Zus.	löslich in	Spez. Gw.	H.	Sonst
Zirkon	prism.	—	farbl.	1,94	0,050	+	$ZrSiO_4$	H_2SO_4	4,4—4,7	7,5	
Rutil	prism.	(110)	gelb rotbr.	2,71	0,287	+	TiO_2	H_2SO_4	4,2—4,3	6—6,5	Zwill. nach (301) u. (101)
Melilith	tafelig	(001) u	farbl. gelbl.	1,632	0,005	—(+)	Mg-Ca-Al-Silik.	HCl gelat.	2,9—2,95	5—5,5	Pflockstruktur lavendelblau polaris.
Skapolith	prism. körnig	(100)	farbl.	1,559	0,021	—	$Ca_4Al_6Si_6O_{25}$ (Me) $Na_4Al_3Si_9O_{24}Cl$ (Ma)	HCl (Me)	2,57 (Ma) 2,73 (Me)	5—5,5	
Anatas	pyram.	—	blau gelb	2,538	0,073	—	TiO_2	H_2SO_4	3,83—3,93	5,5—6	Absorpt. $\omega > \varepsilon$
Zinnstein	prism.	(100)	farbl. gelb	2,029	0,096	+	SnO_2	—	6,8—7	6—7	Zwill. nach (101)
Vesuvian	prism. körnig	—	farbl. gelbgrün	1,72	0,003	—(+)	$HCa_2AlSi_2O_8$	—	3,35—3,47	6,5	zonar; lavendelblau polaris. gelat. geschmolz. mit HCl

HEXAGONAL

Name	Form	Spaltb.	Farbe im Schliffe	n (Mittel)	Doppelbrechung	Opt. Char.	Chem. Zus.	löslich in	Spez. Gw.	H.	Sonst
Quarz	pyram. körnig	—	farbl.	1,547	0,009	+	SiO_2	HF	2,65	7	
Tridymit	tafelig			1,477	0,002	+		KHO	2,28—2,33		opt anomal
Chalcedon	faserig			1,537	<0,009	—		HF	2,59—2,64		
Calcit	körnig	(10$\bar{1}$1) v	farbl.	1,601	0,172	—	$CaCO_3$	Essigs.	2,72	3	Zwill. nach (01$\bar{1}$2)
Dolomit	körnig (10$\bar{1}$1)			1,622	0,179	—	$CaMgC_2O_6$	HCl	2,85—2,95	3,5—4,5	ohne Zwillingslamellen
Nephelin	prism.	—	farbl.	1,541	0,004	—	$NaAlSiO_4$	HCl gelat.	2,58—2,64	5,5—6	
Cancrinit	prism. körnig	(10$\bar{1}$0) v	farbl. gelblich	1,515	0,028	—	$H_3Na_4Al_4(SiO_4)_4CO_4$	HCl gelat.	2,42—2,46	5—5,5	CO_2-Entwickl. mit HCl
Apatit	prism.	—	farbl.	1,644	0,004	—	$Ca_5P_3O_{12}(ClF)$	HCl	3,17—3,23	5	
Turmalin	prism.	—	braun bläulich	1,630	0,020	—	Al-Fe-Silik. mit B_2O_3	—	3,0—3,24	7—7,5	Absorpt. $\omega > \varepsilon$
Eisenglanz	tafelig	—	blutrot	1,98	—		Fe_2O_3	(HCl)	5,2—5,3	6	
Korund	prism. körnig	—	blau farbl.	1,765	0,009	—	Al_2O_3	—	3,9—4,0	9	Farbe zonar verteilt
Titaneisen	tafelig	—	schwarz (braun)	—	—		$FeTiO_3$	(HCl)	4,56—5,21	5—6	Schalen nach (10$\bar{1}$0) Leukoxen
Magnetkies	körnig	—	tombakbraun	—	—		$Fe_{11}S_{12}$	HCl	4,54—4,64	3,5—4,5	bisw. magnetisch H_2S mit HCl
Graphit	tafelig	(0001)	schwarz	—	—		C	—	1,9–2,3	0,5—1	verbrennbar

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin SW 11.

OPTISCH ZWEIACHSIG
RHOMBISCH

Name	Form	Spaltb.	Farbe im Schliffe	β	$\gamma-\alpha$	A.-E	sp. Bis.	2 V	2 E	Disp.	Chem. Zus.	lösl. in	Spez. Gew.	H.	Sonst
Olivin	prism. körnig	(010) v (100) u	farbl.	1,727	0,039	(001)	a = c	um 90		$\varrho < v$	$(Fe\,Mg)_2\,Si\,O_4$	HCl gelat.	3,27 —3,45	6,5 —7	
Andalusit	prism.	(110)	a = b farbl. c rot	1,638	0,011	(010)	c = a	84		$\varrho > v$	$Al_2\,Si\,O_5$	—	3,1 —3,17	7— 7,5	mit Kohleseele als Chiastolith
Sillimanit	nadelig	(100) v	farbl.	1,661	0,022	(100)	c = c	20— 33	34— 58	$\varrho > v$			3,23	6—7	
Cordierit	prism. körnig	(010)	a h.-blau b blau c gelbl.	1,547	0,006	(100)	c = a	>40	>65	$\varrho < v$	$H_2\,Mg_4\,Al_8\,Si_{10}\,O_{37}$	—	2,59 —2,66	7— 7,5	Drillinge
Zoisit $\frac{\alpha}{\beta}$	prism.	(010) v	farbl.	1,703	0,006	(010) (001)	a = c	29 72	50 90	$\varrho < v$ $\varrho > v$	$H\,Ca_2\,Al_3\,Si_3\,O_{13}$	—	3,25 —3,36	6— 6,5	Zoisit α lavendelblau gelat. geschmolz. m. HCl
Staurolith	prism.	(010)	a = b h.-gelb gelb	1,741	0,010	(100)	c = c	89		$\varrho > r$	$H\,Fe\,Al_5\,Si_2\,O_{13}$	—	3,34 —3,77	7— 7,5	Zwillinge
Topas	prism.	(001) v	farbl.	1,614	0,009	(010)	c = c	50— 67	70— 120	$\varrho > v$	$Al_6\,Si_3\,O_{12}\,F_6$	—	3,46 —3,52	8	
Natrolith	nadelig	(110)	farbl.	1,481	0,013	(010)	c = c	62	96	$\varrho < v$	$Na_2\,Al_2\,Si_3\,O_{10} + 2\,H_2O$	HCl gelat.	2,17 — 2,26	5,5	auch c : c = 5°
Thomsonit		(010) (100)		1,508	0,028	(001)	b = c	54	86		$(Ca\,Na_2)_2\,Al_2\,Si_2\,O_8 + 5\,H_2O$		2,31 —2,38	5— 5,5	
Brookit	tafelig	(010)	rotbraun	2,586	0,158	(001) ϱ (010) v	a = c	21	58		$Ti\,O_2$	—	3,8 — 4,1	5,5 —6	
Pseudo-brookit			tief braunrot	sehr hoch		(001)		groß		$\varrho < v$	$Fe_4\,(Ti\,O_4)_3$	H_2SO_4	4,4 —4,98	6	
Anhydrit	stengelig körnig	(001 v) (010 v) (100)	farbl.	1,575	0,044	(010)	a = c	43	71		$CaSO_4$	H_2SO_4	2,9 — 3,0	3— 3,5	Zwillingslamellen nach (101)
Enstatit u. Bronzit	prism. blätterig	(110 v) (100) (010)	farbl.	1,669	0,009	(010)	c = c	77 —90		$\varrho < v$	$Mg\,Si\,O_3$	—	3,1 — 3,3	5— 5,5	
Hypersthen			a = b rötl. c grünl.	1,702	0,013		a = a	90 50	>92	$\varrho > v$	$(Mg\,Fe)\,Si\,O_3$	—	3,3 — 3,4	6	
Bastit	faserig	(010 v)	a = b gelbl. c grünl.	ca. 1,55	0,009	(100)	b = a	ver-schie-den		$\varrho > v$	$H_4\,Mg_3\,Si_2\,O_9$	H_2SO_4 gelat.	2,6 — 2,8	3,5 —4	
Anthophyllit	prism.	(100 v) (110)	a = b farbl. c h.-braun	1,642	0,024	(010)	c = c	groß		$\varrho < v$	$(Mg\,Fe)\,Si\,O_3$	—	3,18 —3,23	5,5	
Gedrit		(110) v		1,636	0,021		a = a				desgl. mit Al_2O_3	—	2,98 — 3,1		
Carnallit	körnig		farblos	1,475	0,037	(010)	a = c		115		$MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$	H_2O	1,60	2— 2,5	Zwillingslamellen nach (110)

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin SW 11.

MONOKLIN

Name	Form	Spaltb.	Farbe im Schliffe	β	$\gamma-\alpha$	A.-E.	Auslösch.	2V	2E	Chem. Zus.	lösl. in	Spez. Gew.	H.	Sonst
Augit	prism.	(110) v 87°	bräunl. grünl.	1,715	0,021	(010)	c : c 42—48	50 —62	93— 124	$(Mg\,Fe)\,Ca\,Si_2\,O_6$ $(Mg\,Fe)\,(Al\,Fe)_2\,Si\,O_6$	—	3,3 — 3,5	6	Titanaugit violettbraun starke Bisektr.-disp.
Diallag	körnig		grünl.	1,681	0,024		c : c 39—40	59	109	desgl. Al-arm		3,23 —3,34	4	Teilbark. nach (100)
Diopsid	prism. körnig		farbl. grün	1,683	0,029		c : c 38—44	50 —60		$(Mg\,Fe)\,Ca\,Si_2\,O_6$		3,3	5,5 —6	
Ägirin	prism.		a=b grün c gelb	1,802	0,048		c : a 4—6	62	136	$Na\,Fe\,Si_2\,O_6$		3,5 — 3,6	6	Starke Bisektr.-disp.
Ägirinaugit							c : a <35			wie Augit mit 5—9 % Na_2O				
Jadeït	prism. körnig		farbl. hellgrün	1,654	0,029		c : c 31—35	72	153	$Na\,Al\,Si_2\,O_6$		3,3 — 3,35	6,5 —7	geschmolz. v. HCl zersetzt
Wollastonit	stengelig	(001) v (100) v	farbl.	1,633	0,014	(010)	c : a 58	41	69	$Ca\,Si\,O_3$	HCl gelat.	2,78 —2,91	4,5 —5	gestreckt nach b
Hornblende gem.	prism. körnig	(110) v 124°	a gelb b u. c grün	1,642	0,023	(010)	c : c 15—18	84		$(Mg\,Fe)_2\,Ca\,Si_4\,O_{12}$ $(Mg\,Fe)_2\,(Al\,Fe)_4\,Si_2\,O_{12}$	—	3,15 —3,33	6	
Hornblende basalt.	prism		a gelb b u. c braun	1,725	0,072		c : c 0—10	80		desgl. Fe-reich		3,2 — 3,3		magm. Resorption
Strahlstein			farbl grünl.	1,627	0,025		c : c 15	80		$Ca\,Mg_3\,Si_4\,O_{12}$ $Ca\,Fe_3\,Si_4\,O_{12}$		3,0 — 3,17	5—6	
Tremolit			farbl.	1,623			c : c 15—16	81 —88		$Ca\,Mg_3\,Si_4\,O_{12}$		2,93 — 3,0		
Glaukophan			a farbl. b violett c blau	1,644	0,022		c : c 4—6	50	86	$Na_2\,Al_2\,Si_4\,O_{12}$ $Ca\,(Mg\,Fe)_3\,Si_4\,O_{12}$		3,0 — 3,1	6— 6,5	stark $\varrho < v$
Riebeckit			a tiefblau b blau c grün	ca. 1,7	0,005		c : a 2—8	groß		$Na_2\,Fe_2\,Si_4\,O_{12}$ $Fe_4\,Si_4\,O_{12}$		$>3,3$	5,5 —6	
Arfvedsonit			a grünblau b blau c graugrün	1,707	0,024		c : a 14			$Na_2\,Fe_3\,Si_4\,O_{12}$		3,33 —3,59		
Barkevikit			a gelb b u. c braun				c : c 14		54	zwisch. bas. Hornbl. u. Arfvedsonit		3,43		
Katophorit	prism. körnig		a rotgelb b braunrot c grüngelb				c : c 30—60			zwischen Barkevikit u. Arfvedsonit				
Meroxen Anomit	blätterig	(001) v	a gelb b u. c braun	1,638	0,040	(010) $\perp$(010)	c : a 0—4	<3	<5 (68)	$H_3\,K_2\,Al_6\,Si_6\,O_{24}$ $(Fe\,Mg)_{12}\,Si_6\,O_{24}$	H_2SO_4	2,8 — 3,2	2,5 —3	$\varrho < v$
Lepidomelan					0,060		c : a 0	2—5	4—8	desgl. Mg-frei	(HCl)		3	
Phlogopit			farbl. gelblich	1,606	0,044	(010)	c : a 2—4	0—9	0— 15	desgl. fast Fe-frei	—			$\varrho < v$
Zinnwaldit Lithionit			farbl. hellblond	1,60	0,040			6— 52	10 —90	wie Muscovit, mit Li				$\varrho > v$
Muscovit			farbl. grünlich	1,595	0,041		c : a 0	30 —50	50 —90	$H_4\,K_2\,Al_6\,Si_6\,O_{24}$		2,76 — 3,1	2 —3	$\varrho > v$
Paragonit			farbl.			$\perp$(010)		40	70	$H_4\,Na_2\,Al_6\,Si_6\,O_{24}$		2,8 — 2,9	2— 2,5	$\varrho > v$
Margarit				1,64	0,009		c : a 6—8	>40	76— 128	$H_2\,Ca\,Al_4\,Si_2\,O_{12}$		3,0 — 3,1	3,5 —4,5	$\varrho < v$
Talk	schupp.	(001) v	farbl.	1,589	0,050	(010)	c : a 0	3— 13	6— 20	$H_2\,Mg_3\,Si_4\,O_{12}$		2,69 — 2,8	1	$\varrho > v$
Klinochlor	schupp.	(001) v	a u. b grün c gelb	1,588	0,011	(010)	c : c 2—7	20 —53	32 —90	Sp At-Sp_2 At_3	H_2SO_4	2,56 — 2,78	1,5 —3	$\varrho < v$
Pennin Prochlorite				1,577	0,001		c : c (a) 0	0— 37	0— 60	$Sp_3\,At_2$ $Sp\,At_2$	HCl	2,61 — 2,77	2—3	lavendelblau polaris.
Thuringit	schupp.	(001)	c gelbl.-farbl. $\perp$ c grün	ca. 1,577	0,001		c : a 0—2	sehr klein		Al-Fe-Silik. mit H_2O	HCl	3,2	2— 2,5	Pulver grün; gelat.
Chamosit	(oolith.)						a : a 0			Al-Fe-Mg-Silik. mit H_2O		>3	5,5	Pulver grauweiß Si-Skelett mit HCl
Delessit				ca. 1,588	0,010		0°			desgl. Mg-reich		2,5 — 3,0	2— 5,5	flockige SiO_2
Glaukonit	körnig		grün						0— 40	wasserh. Silik. von Al-Fe-K	HCl	2,3 — 3	2	
Chloritoid (Ottrelith)	blätterig	(001)	a olivgrün b blau c gelbl.-farbl	1,741	0,015	(010)	c : c (0 -) 12—21	47	88	$H_2\,Fe\,Al_2\,Si\,O_7$	H_2SO_4	3,45 —3,55	6—7	
Epidot Klinozoisit	prism. körnig	(001) v (100) u	a gelb-farbl. b gelbgrün c zitrongelb	1,754 1,718	0,038 0,008	(010)	c : a 2—3	73 —90 90— 10		$H\,Ca_2\,(Al\,Fe)_3\,Si_3\,O_{13}$	—	3,3 — 3,5	6—7	$\varrho > v$ $\varrho < v$
Piemontit		(001)	a gelb b rosa c karmin				c : a 4—7	85		$H\,Ca_2\,(Al\,Mn)_2\,Si_3\,O_{13}$	—	3,4	6,5	
Orthit	versch.	—	a braun b gelbbraun c graubraun	1,68	0,032	(010)	c : a 37	70		$H\,(Ca\,Fe)_2\,(Al\,Ce)_3\,Si_3\,O_{13}$	(HCl)	3,5 — 3,8	5,5 —6	
Titanit	prism.	(110u)	a farbl. b gelbl. c bräunl.	1,905	0,125	(010)	c : a 39	24	47	$Ca\,Si\,Ti\,O_5$	H_2SO_4	3,4 — 3,6	5— 5,5	stark $\varrho > v$
Gips	blätterig körnig	(010) v (101)	farbl.	1,523	0,009	(010)	c : c 53	61	104	$Ca\,SO_4 \cdot 2\,H_2O$		2,2 — 2,4	2	
Skolecit	prism.		farbl.	ca. 1,48	0,013	(010)	c : a 15—17			$Ca\,Al_2\,Si_3\,O_{10} \cdot 3\,H_2O$	HCl gelat.	2,2 — 2,4	5— 5,5	
Kainit	körnig	(100) v	farbl.	1,506	0,025	(010)	c : a 10	84		$MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3\,H_2O$	H_2O	2,13	3	
Kieserit	körnig	(111) v (113) v	farbl.	1,533	0,064	(010)	c : c 76		90	$MgSO_4 \cdot H_2O$	H_2O	2,57	3— 3,5	

TRIKLIN (OHNE FELDSPATE)

Name	Form	Spaltb.	Farbe im Schliffe	β	$\gamma - \alpha$	Auslöschung auf (001)	(100)	(010)	2V	2E	Chem. Zus.	Spez. Gew.	H.	Sonst
Cyanit	prism. tafelig	(100) v (010) u	a u. b farbl. c blau	1,722	0,012	ca. 2	7	30	82		Al_2SiO_5	3,48 —3,68	5 (7)	Zwillinge nach (100)
Änigmatit	prism.	(110) 114°	a rotbraun b tiefbraun c br.-schwarz	ca. 1,64	0,006	ca. 1—2	39—45	3—5	36	60	Al-Na-Fe-Silik.	3,74 —3,8	5,5	
Rhönit	tafelig	(110) 114°	a grünbraun b braun c rotbraun			7	11	40			Al-Fe-Mg-Ca-Sil. mit Ti	3,57		Zwillinge nach (010)

FELDSPATE

Name	Spaltb.	β	$\gamma - \alpha$	Auslöschung auf P	M	$\perp$ a	Disp. um a	2V	SiO_2	Spez. Gew.	H.	Sonst
Orthoklas	P u. M vollk. T u. l unv.	1,522	0,008	0	+5	0	$\varrho > v$	69	64,72	2,56	6	Sanidin mit 2E < 50° u. A.-E. bisw. (010)
Mikroklin		1,526		+15	+5			77 bis 84				Gitterung
Anorthoklas		1,504 —1,581		$+1^1/_2$—6	+6—10			45		2,6—2,65		
Albit		1,533		+4	+19	−14		77	68,68	2,624		Ab = $NaAlSi_3O_8$
Oligoklas		1,542		+2	+12	0		88	64,85	2,645		von Ab_6An an
Andesin		1,553		−2	−8	+16			58,11	2,680	6—6,5	von Ab_3An_2 an
Labradorit		1,558		−5	−16	+26		77	55,55	2,694		von AbAn an
Bytownit		1,565	0,010	−18	−30	+37	$\varrho < v$	90	49,26	2,728		von $AbAn_3$ an
Anorthit		1,581	0,013	−28 bis 37	−34 bis 36	+42		77	45,85—43,16	2,747—2,758		von $AbAn_8$ bis An = $CaAl_2Si_2O_8$

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin SW 11.